



**Effect of recommended doses of sulfur on life table parameters of green lacewing  
*Chrysoperla carnea* (Stephens), predator of pistachio psyllid**

A. Jafari Nadooshan <sup>1</sup>, A. Khani <sup>\*2</sup>, A. Heidari <sup>3</sup>, A. Mirshekar <sup>4</sup>

1. Ph.D. Student in Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
2. **\*Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran (abbkhani@yahoo.com)
3. Associate Professor, Department of Pesticide Research, Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

Received: 6 July 2024

Revised: 4 September 2024

Accepted: 26 September 2024

---

**Abstract**

**Background and Objectives**

The *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hem.: Psyllidae), commonly known as the pistachio psyllid, is a major pest that infests pistachio trees. As the population of this pest increases, this leads to a significant decline in both the quality and the yield of the pistachio harvest. Over the past few years, various types of sulfur have been commonly used to control pests. The common green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stephens) is a cosmopolitan polyphagous predator, attacking various pests, including eggs and nymphs of the common pistachio psylla. This study aimed to evaluate the effectiveness of three concentrations (1500, 2500, and 4000 ppm) of a commercially available sulfur formulation (WP<sub>80%</sub>) on *C. carnea*, which is one of the most important natural enemies in pistachio orchards.

**Materials and Methods**

The green lacewing eggs and larvae, collected from pistachio orchards in Yazd, were treated with sulfur using both the dipping method for two days-old eggs and the residual dry-on-glass plate method for larvae. The study was conducted under laboratory conditions at  $26 \pm 2$  °C,  $65 \pm 5\%$  relative humidity (RH), and a photoperiod of 16:8 h (L: D). Several parameters were measured such as mortality rate, developmental time of the immature stages of the green lacewing, adult longevity, and fecundity. The fertility life table data were analyzed using the TWO-SEX MS Chart 2024 software. A one-way analysis of variance (ANOVA) with a post-hoc Tukey test was conducted to statistically assess the mean percentage of formation across different biological stages and the pre-adult mortality rate data, using SPSS version 27.00. Normality was tested using a non-parametric test, Kolmogorov-Smirnov test.

**Results**

The results revealed that the mortality rates of the green lacewing's immature stages in the treatments (4000, 2500, and 1500 ppm) and the control group were  $69.2 \pm 0.8$ ,  $58.9 \pm 1.1$ ,  $43.7 \pm 2.4$ , and  $14.4\% \pm 1.1$ , respectively. A significant difference was observed between the control group and the treatments at the 5% significance level. All concentrations resulted in a significant decrease

in oviposition period, total fecundity, longevity, and total life span compared with control. Maximum and minimum mean lifespans of *C. carnea* individuals were observed in the untreated group and a concentration of 4000 ppm of sulfur. Additionally, the net reproduction rate ( $R_0$ ) was  $6.1 \pm 1.4$ ,  $12.7 \pm 2.7$ ,  $29.2 \pm 5.7$ , and  $61.2 \pm 7.3$  offspring per individual, while the gross reproduction rate (GRR) was  $23.6 \pm 3.9$ ,  $36.4 \pm 5.9$ ,  $59.03 \pm 9.8$ , and  $81.1 \pm 8.4$  offspring per individual, in the treatments (4000 ppm, 2500 ppm, and 1500 ppm) and the control group, respectively. The mean generation time (T) was  $43.9 \pm 0.6$ ,  $44.2 \pm 0.4$ ,  $47.23 \pm 1.1$ , and  $46.6 \pm 0.8$  days, and the finite rate of population increase ( $\lambda$ ) was  $1.05 \pm 0.01$ ,  $1.07 \pm 0.01$ ,  $1.097 \pm 0.006$ , and  $1.12 \pm 0.04 \text{ day}^{-1}$  across the treatments and the control group, respectively. The highest values were observed in the control group, whereas the lowest ones were recorded in the 4000-ppm sulfur treatment. A significant difference was noted between the control group and the treatments at the 5% significance level.

### Discussion

The adaptability of pesticides with biological agents is one of the major concerns of IPM practitioners. Hence, it is essential to have necessary information about the action mode of pesticides on non-target insects. Furthermore, finding efficient biological control agents is considered the first step in developing biological control programs. Therefore, the effects of a commercially available sulfur formulation (WP<sub>80%</sub>) on *C. carnea* were discussed to design integrated management programs. The results of this laboratory study demonstrated that sulfur application negatively affects the efficiency of *C. carnea*, significantly reducing its population. If these findings are confirmed under field conditions, adjustments in the method and timing of sulfur application in integrated pest management (IPM) programs will be necessary to avoid disrupting the sensitive stages of this predator.

**Keywords:** *Side effects, Chrysoperla carnea, Fertility life table, Sulfur, Intrinsic rate of natural increase*

---

Associate editor: A. Rasekh (Prof.)

**Citation:** Jafari Nadooshan, A., Khani, A., Heidari, A. & Mirshekar, A. (2024). Impact of Sulfur Application on Life Table Parameters of *Chrysoperla carnea*, a Key Predator of Pistachio Psyllid. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 47(3), 23-40. <https://doi.org/10.22055/ppr.2024.47356.1753>.



## تأثیر غلظت های توصیه شده گوگرد بر فراسنجه های جدول زیستی - باروری بالتوری سبز (*Chrysoperla carnea* (Stephens)، شکارگر پسیل پسته

علی جعفری ندوشن<sup>۱</sup>، عباس خانی<sup>۲\*</sup>، احمد حیدری<sup>۳</sup>، علی میرشکار<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲- \* نویسنده مسوول: دانشیار، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران (abbkhani@yahoo.com)

۳- دانشیار، بخش تحقیقات آفت کش ها، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۶

### چکیده

بالتوری سبز (*Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera.: Chrysopidae)، شکارگر فعال یکی از مهم ترین آفات پسته، پسیل پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hem.: Psyllidae) می باشد و در اکثر مناطق پسته کاری کشور دیده می شود. در دهه های گذشته از فرم های مختلف گوگرد برای کنترل پسیل پسته استفاده شده است. در این پژوهش تأثیر گوگرد فرموله شده پودر و تابل (۸۰ درصد) روی فراسنجه های جدول زندگی بالتوری سبز ارزیابی شد. تخم های دو روزه بالتوری در غلظت های ۱۵۰۰ و ۲۵۰۰ و ۴۰۰۰ پی پی ام گوگرد به روش غوطه وری تیمار شدند. لاروها پس از تفریح روی لایه نازک خشک شده غلظت های ذکر شده گوگرد در اتاقک رشد با دمای  $26 \pm 2$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی به ۸ ساعت تاریکی پرورش داده شدند. میزان مرگ و میر، طول دوره رشدی مراحل نابالغ، همچنین مدت زنده ماندن و تخم ریزی حشرات بالغ ثبت و فراسنجه های جدول زیستی محاسبه شد. نتایج نشان داد که میزان تلفات بالتوری سبز در مراحل نابالغ (از تخم تا حشره کامل) در غلظت های ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۴۰۰۰ پی پی ام گوگرد به ترتیب ۴۳/۷، ۵۸/۹ و ۶۹/۲ و در شاهد ۱۴/۴ درصد بوده است. تمام غلظت های بررسی شده موجب کاهش معنی دار طول دوره رشدی مراحل نابالغ، طول عمر حشرات کامل و باروری کل نسبت به تیمار شاهد شدند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ ) در غلظت های ۴۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۱۵۰۰ پی پی ام و شاهد به ترتیب برابر با  $0.05 \pm 0.01$ ،  $0.068 \pm 0.01$ ،  $0.09 \pm 0.006$  و  $0.11 \pm 0.03$  بر روز، نرخ تولید مثل ناخالص ( $GRR$ ) به ترتیب برابر ۲۳/۶±۳/۹، ۳۶/۴±۵/۹، ۵۹/۰۳±۹/۸ و ۸۱/۱۵±۸/۴ (نتاج/ماده/نسل)، نرخ تولید مثل خالص ( $R_0$ ) به ترتیب برابر ۶/۱±۱/۴، ۱۲/۷±۲/۶۷، ۲۹/۲۵±۵/۷ و ۶۱/۲۲±۷/۳ (نتاج/ماده/نسل) بودند. همه فراسنجه ها در هر سه تیمار با شاهد و با یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار داشتند. نتایج این تحقیق در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که کاربرد گوگرد تأثیر نامطلوبی بر کارایی بالتوری سبز دارد و باعث کاهش قابل توجه جمعیت این شکارگر می شود. در صورت تکرار چنین نتایجی در شرایط طبیعی، باید در مورد نحوه و زمان کاربرد گوگرد در قالب یک برنامه مدیریت تلفیقی آفت، تدابیر لازم اندیشیده شود، تا بر مراحل حساس این شکارگر اختلالی ایجاد نکند.

کلیدواژه ها: اثرات جانبی، بالتوری سبز، جدول زیستی باروری، سولفور، نرخ ذاتی افزایش جمعیت

### مقدمه

پسته یکی از مهم ترین محصولات کشاورزی تأثیرگذار در اقتصاد کشور به حساب می آید. آفات و بیماری ها از مهم ترین عوامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی از جمله پسته هستند (Samih et al., 2005). پسپل *Agonoscena pistaciae* (Hem.: Psyllidae) Burckhardt & Lauterer از مهم ترین آفت پسته بوده و در اکثر مناطق پسته کاری کشور و دنیا دیده می شود (Shayegan et al., 2003). این آفت باعث ضعف عمومی درختان، ایجاد لکه های قهوه ای روی برگ، ریزش برگ ها و جوانه ها، ایجاد میوه های کوچک، کاهش وزن مغز و افزایش درصد پوکی میوه می شود (Samih 2005). (Mehrnejad, 2002; et al.,

برای کنترل این آفت در باغات پسته سالیانه مقادیر قابل توجهی حشره کش های مختلف به کار برده می شود. با توجه به توانایی تولید مثل بالا و طول دوره رشدی کوتاه، احتمال بروز مقاومت به حشره کش ها در این آفت بسیار بالاست (Yegane, 2019). با وجود استفاده از آفتکش های شیمیایی متنوع، بالغ بر ۲۳ گونه دشمن طبیعی روی پسپل پسته در مناطق مختلف پسته کاری فعالیت می کنند (Mehrnejad, 2010). در میان شکارگران این آفت سه گونه بالتوری سبز در باغات پسته استان کرمان جمع آوری و شناسایی شدند که گونه *Chrysoperla carnea* (Stephens) از نظر پراکنش، جمعیت و قدرت تغذیه در رتبه اول قرار دارد (Jafari Nadooshan, 1998). این گونه در بهار در باغ های پسته فعالیت قابل توجهی دارد، اما در تابستان (به ویژه در ماه های تیر و مرداد) کمیاب می شوند که در این زمان جمعیت پسپل قابل توجه است. رهاسازی ۳۰۰ عدد لارو سن دو بالتوری سبز در تراکم میانگین ۵/۲ پوره پسپل در هر برگ در اردیبهشت ماه باعث کنترل ۶۰/۸ درصدی این آفت شده است (Jafari Nadooshan, 1998).

با توجه به مشکلات متعدد کاربرد آفتکش های از جمله عدم سازگاری با محیط زیست و اثرات سوء روی حشرات غیر هدف، اخیراً استفاده از ترکیبات جایگزین با مشکلات نسبی کمتر در حال توسعه و جایگزینی هستند. گوگرد (سولفور) یکی از این ترکیبات می باشد که در یک دهه گذشته در باغ های پسته مورد استفاده قرار گرفته، اما با وجود موفقیت نسبی در کنترل آفت هدف، همواره مشکلات خاص خود را همراه داشته است. فرمولاسیون های تجاری مختلفی از گوگرد های آفت کش با نام های کومولوس، کوسان، کولوفوگ، تیوویت جت، سافریل و فلوتوکس در دنیا عرضه شده است (Rakhshani, 2010) که در حال حاضر این تنوع در بازار ایران موجود نیست (Yegane, 2019).

بر اساس آزمایش های اولیه انجام گرفته، حداکثر غلظت توصیه شده گوگرد علیه پسپل پسته ۴۰۰۰ پی پی ام می باشد که تلفات ۸۱ درصدی به جمعیت این آفت وارد نموده است و غلظت های ۲۵۰۰ و ۱۵۰۰ پی پی ام به ترتیب تلفات ۷۰ و ۶۰ درصدی در جمعیت آفت پسپل پسته را سبب می شوند و غلظت های پایین تر گوگرد عملاً در باغ پسته کارایی ندارد. در سال های اخیر با توجه به اثرگذاری نسبتاً کم و هزینه بالای کاربرد بسیاری از آفتکش ها کنترل پسپل پسته، استفاده از گوگرد به دلیل تأثیر موقت نسبتاً خوب در حال افزایش است (Mohammadinia & Emami, 2018, Alinejad & Alinejad, 2018, Baghodrat et al., 2021; Nazoori et al., 2022).

یکی از مشکلات استفاده از گوگرد اثر سوء این ترکیب بر دشمنان طبیعی آفات می باشد که در تحقیقات مختلف گزارش شده است. نتایج بررسی (Mohammadinia & Emami, 2018) نشان داد که در نمونه برداری بیست و یک روز بعد از محلول پاشی، درصد تأثیر تیمار گوگرد میکرونیزه و گوگرد وتابل روی پسپل معمولی پسته تفاوت معنی داری نداشت. در تیمار پودر گوگرد میکرونیزه با وجود تخمیزی حشرات بالغ، میانگین

حمایت از این شکارگر با استفاده از آفت کش مناسب برای کنترل آفات، زمان مناسب محلول پاشی و محلول پاشی لکه‌ای یا ردیفی، تأثیر بسیاری در افزایش زنده‌مانی و عملکرد این شکارگر دارد. حضور این بالتوری با ایفای نقش روانی در باغداران می‌تواند در کاهش سمپاشی غیر ضروری نقش داشته باشد. با توجه به گسترش استفاده از فرمولاسیون‌های مختلف گوگرد برای کنترل پسیل در باغ‌های پسته و نقش بالتوری سبز در کنترل جمعیت این آفت، پژوهش حاضر روی میزان کشندگی گوگرد و تأثیر آن بر فراسنجه‌های زیستی - باروری این شکارگر تحت شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### پرورش بالتوری

حشرات کامل بالتوری با نصب تله‌های نوری صفحه‌ای، چادری و بازدید دقیق درختان پسته در باغات استان یزد در بهار سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ جمع‌آوری و به انسکتاریوم انتقال داده شدند. همچنین با بازدید دقیق برگ‌ها و شاخه‌ها و تکاندن آن‌ها در تور حشره‌گیری یا پرده یا سینی سفید، لاروهای سنین مختلف بالتوری از روی درختان پسته جمع‌آوری شدند. تخم‌ها و لاروها در شرایط مناسب به انسکتاریوم منتقل و پس از بررسی گونه، جمعیت خالصی از گونه مورد نظر پرورش داده شد. پرورش لارو بالتوری روی تخم پروانه آرد عقیم شده با اشعه فرا بنفش به عنوان غذا، با تلفیقی از روش‌های (Vogt (2001) و Hassan et al. (1994) در دمای  $26 \pm 2$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی به ۸ ساعت تاریکی انجام شد. برای پرورش و تکثیر، بالتوری‌های بالغ در لوله‌های پلیکا (قطر ۲۰ و ارتفاع ۲۲ سانتی‌متر) که دو انتهای آن با توری محصور شده بود، همراه با مخلوط مخمر+عسل+آب به نسبت مساوی نگهداری شد. محیط داخلی لوله با مقوای تیره پوشیده شده و از یک قطعه اسفنج مرطوب به ابعاد  $3 \times 5 \times 5$  سانتی‌متر برای تامین رطوبت استفاده شد. لوله‌ها روزانه

جمعیت پوره پسیل تا ۶۳ روز بعد از گوگرد پاشی، روی هر برگچه کمتر از ۷ پوره بوده است. در تحقیقی (Aly 2015) غلظت ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام از گوگرد و تابل روی پسیل گلایی *Cacopsylla pyricola* (Hemiptera: Psyllidae) و سنک شکارگر اوربوس *Orius laevigatus* Fieber را در مصر آزمایش و میزان تلفات در این دو حشره را به ترتیب  $70/3$  و  $69/9$  درصد گزارش کرد. اثرات مخرب مستقیم گوگرد روی کنه‌های تارتن (Acari: Tetranychidae) و کنه‌های شکارگر جنس فیتوزئید نیز گزارش شده است (Prischmann et al., 2005). همچنین گزارش شده است که تراکم کنه‌های آفت خانواده تترانکیده اغلب پس از توقف کاربرد گوگرد افزایش می‌یابد، ظاهراً به این دلیل که گوگرد باعث افزایش مرگ و میر و کاهش باروری در کنه‌های شکارگر می‌شود (Hanna et al., 1997, James et al., 2002).

از طرفی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، اثرات غیرکشنده آفت‌کش‌ها مهم‌ترین عامل تغییردهنده کارایی یک دشمن طبیعی برای کنترل میزبان می‌باشد. این تغییر کارایی ممکن است با تأثیر در نرخ ذاتی افزایش جمعیت و یا رفتار موءثر بر کارایی مانند قدرت جستجوگری، تحرک و تغذیه، تأثیرگذار باشد (Croft, 1990; Desneux et al., 2007). نتایج بررسی (Gesraha et al. (2019) نشان داد فراوانی حشرات کامل کفشدوزک‌های شکارگر *Coccinella* و *Stethorus* و بالتوری جنس *Chrysoperla* در کشتزارهای مختلف گیاهی پس از کاربرد گوگرد به طور غیرمستقیم تحت تأثیر قرار گرفته و در تمام زمان‌های مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری بین میانگین تعداد شکارگرهای ذکر شده، قبل و بعد از مصرف گوگرد مشاهده شد، که می‌تواند با اثر دورکنندگی گوگرد بر این حشرات شکارگر مرتبط باشد. همچنین نتایج بررسی (Gesraha and Ebeid (2019) نشان داد جمعیت کفشدوزک‌های شکارگر *Coccinella* و *Stethorus* پس از گردپاشی مزارع با گوگرد کاهش و در عوض در همان زمان، جمعیت آنها در قطعات تیمار نشده با گوگرد افزایش یافته است.

بازدید و تخم های گذاشته شده روی مقوا برای ادامه پرورش استفاده شدند (Jafari Nadooshan, 1998).

### مطالعه جدول زیستی باروری بالتوری در سه سطح آزمایشی گوگرد

در آزمایش ها از پودر و تابل ۸۰ درصد گوگرد (کریشی هند) با غلظت های ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۴۰۰۰ پی پی ام که در آزمایش های مقدماتی به ترتیب باعث تلفات حدود ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصدی جمعیت مزرعه ای پسیل پسته شده بود، استفاده شد. خصوصیات زیستی و فراسنجه های جدول زیستی باروری بالتوری در چهار تیمار شامل سه غلظت منتخب پودر و تابل گوگرد و شاهد (آب مقطر) مطالعه شد. تعداد تخم های هم سن برای شروع در تیمار ۱۵۰۰ پی پی ام ۸۰ عدد (چهار تکرار ۲۰ عددی)، در شاهد و تیمار ۲۵۰۰ پی پی ام ۹۰ (سه تکرار ۳۰ عددی) و در غلظت ۴۰۰۰ پی پی ام به دلیل مرگ و میر بالاتر ۱۲۰ عدد (چهار تکرار ۳۰ عددی) بوده است.

نحوه پرورش و شرایط نگهداری، مشابه حالتی بود که در بخش پرورش بالتوری گفته شد. تخم های بارور ۲۴ ساعته بالتوری روی پایه و بستر تخم ریزی در دسته های ۱۰-۲۰ عدد انتخاب شدند و پیش از انجام آزمایش با بررسی دقیق تخم های نابارور که دارای شکل و رنگ ظاهری متفاوتی هستند، حذف شدند. دسته تخم ها با دقت زیاد با استفاده از انبرک ظریف در محلول غلظت آزمایشی به مدت ۱۰ ثانیه غوطه ور، پس از خشک شدن تخم ها از پایه جدا شده، به لوله های آزمایش با قطر یک و طول شش سانتی متر برای پرورش انفرادی منتقل شدند. در تیمار شاهد تخم ها در آب مقطر غوطه ور شدند. به منظور خروج بخار گوگرد درب لوله با استفاده از توری ظریف و مناسب پوشیده و به اتاقک پرورش با تهویه مناسب منتقل شدند. میزان مرگ و میر تخم با نشانه سیاه شدن و عدم تفریح قابل تشخیص می باشد. لاروها پس از خروج از تخم با قلم موی سه صفر به صورت انفرادی به ظروف پتری شیشه ای با قطر ۹ سانتی متر که سطح داخلی هر یک از آنها با ۱/۵

میلی لیتر محلول گوگرد با غلظت های آزمایشی ۴۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۱۵۰۰ پی پی ام آغشته و خشک شده بودند، منتقل شدند. برای جلوگیری از فرار لاروها و همچنین خروج بخار گوگرد، از لیوان یکبار مصرف شفاف با قطر دهانه ۸ سانتی متر بدون ته که داخل آن با پودر تالک بدون بو آغشته شده بود، به عنوان در ظرف پتری، استفاده شد (Bigler & Waldberger, 1994). ظروف آزمایش روزانه بازدید و غذای تازه (تخم پروانه افستیای عقیم شده) در اختیار لاروها قرار داده شد. کلیه مشاهدات در فرم های طراحی شده، یادداشت شدند. شفیره های سه روزه با ظرافت به لوله های آزمایش با قطر ۲ و ارتفاع ۹ سانتی متر منتقل شدند. پس از ظاهر شدن حشرات کامل و تعیین جنسیت به تعداد یک جفت از بالتوری ها (نر و ماده) در یک لوله پولیکا که دو انتهای آن با توری محصور شده بود، همراه مخلوط عسل، مخمر نانوائی و آب به نسبت مساوی و اسفنج مرطوب برای تامین آب رها شدند. در بازدید روزانه زنده ماننی حشره بالغ و تعداد تخم های گذاشته شده ثبت شد.

برای تشکیل جدول زیستی- باروری دو جنسی مرحله سنی، وقایع روزانه همه افراد از تولد تا مرگ شامل طول دوره رشد تخم، لارو، شفیره، حشره کامل، مرگ و میر، تعداد تخم های گذاشته شده روزانه، نسبت جنسی، جنسیت تک تک افراد (نر: M، ماده: F و ناشناخته: N) و باروری تخم های تولید شده یادداشت و ثبت شدند (Chi, 2024).

### تجزیه و تحلیل داده ها

برآورد و تجزیه و تحلیل فراسنجه های جدول زیستی- باروری، با استفاده از نرم افزار TWOSEX-MSChart نسخه ۲۰۲۴ انجام شد (Chi, 2024). میانگین فراسنجه ها و خطای استاندارد با ۱۰۰۰۰۰ بار بوت استرپ<sup>۱</sup> توسط نرم افزار مقایسه و گروه بندی شدند. میانگین های اصلی به روش جفتی<sup>۲</sup> توسط نرم افزار مقایسه و گروه بندی، و در جدول های اصلی به همراه خطای استاندارد (Mean±SE) ارائه شدند.

2- Paire Bootstrap Comparison

1- Bootstrapping

تا بلوغ بالتوری در تیمارهای مختلف، تعداد افراد ماده و نر وارد شده در ارزیابی فراسنجه‌های جمعیت در ادامه آزمایش در شاهد به ترتیب ۴۱ ماده و ۳۶ نر، در غلظت‌های ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام و ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام ۲۰ ماده و ۱۷ نر، و در غلظت ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام ۲۴ ماده و ۲۱ نر بوده است.

طول دوره رشد و نمو مراحل مختلف رشدی از تخم تا بلوغ بالتوری در جدول ۱ آمده است. میانگین طول دوره جنینی، لاروی و شفیرگی در هر دو جنس نر و ماده و طول عمر حشرات کامل، در تیمار ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام تفاوت معنی‌دار با شاهد نداشته اما در غلظت‌های ۲۵۰۰ و ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام، طول دوره تمامی موارد ذکر شده افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت (جدول ۱).

نرمال بودن داده‌های مربوط داده‌های مراحل مختلف زیستی (جدول ۲) به وسیله آزمون کولموگروف-اسمیرنف<sup>۱</sup> مورد سنجش قرار گرفت و برابری واریانس داده‌های هر تیمار توسط آزمون لون<sup>۲</sup> بررسی شد. با توجه به نرمال بودن همه داده‌ها و برابری واریانس<sup>۳</sup> تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه<sup>۴</sup> و گروه بندی تیمارها با آزمون توکی<sup>۵</sup> و با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۷ انجام شد.

### نتایج

بر اساس تعداد تخم استفاده شده در شروع آزمایش در تیمار شاهد و غلظت‌های مختلف گوگرد که در بخش مواد و روش‌ها گفته شد و تلفات روی داده در مراحل مختلف رشدی از تخم

جدول ۱- میانگین (± خطای معیار) طول دوره (روز) مراحل مختلف زیستی بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* به تفکیک جنسیت در غلظت‌های مختلف گوگرد و شاهد

Table 1. Duration of different developmental stages (Mean± SE) of *Chrysoperla carnea* in different concentrations of sulfur and control

Life-history parameter	Sex	Treatments			
		Control	1500 ppm	2500 ppm	4000 ppm
Incubation period (days)	Male	4.44±0.1 <sup>b</sup>	4.57±0.11 <sup>b</sup>	4.59±0.17 <sup>ab</sup>	4.82±0.15 <sup>a</sup>
	Female	4.49±0.1 <sup>b</sup>	4.54±0.12 <sup>b</sup>	4.85±0.15 <sup>a</sup>	4.82±0.15 <sup>a</sup>
Larvae duration (days)	Male	8.63±0.12 <sup>b</sup>	8.81±0.15 <sup>b</sup>	10.58±0.21 <sup>a</sup>	11.53±0.3 <sup>a</sup>
	Female	9.13±0.15 <sup>b</sup>	9.25±0.18 <sup>b</sup>	11.65±0.23 <sup>a</sup>	12±0.24 <sup>a</sup>
Pupae duration (days)	Male	8.96±0.15 <sup>b</sup>	9±0.15 <sup>ab</sup>	9.41±0.21 <sup>a</sup>	9.94±0.16 <sup>a</sup>
	Female	8.63±0.15 <sup>b</sup>	8.46±0.16 <sup>a</sup>	9.65±0.22 <sup>a</sup>	9.5±0.21 <sup>a</sup>
Pre-adult period (days)	Male	22.06±0.2 <sup>b</sup>	22.38±0.22 <sup>b</sup>	24. ±0.59 <sup>a</sup>	25.29±0.38 <sup>a</sup>
	Female	22.12±0.12 <sup>b</sup>	22.5±0.26 <sup>b</sup>	26.15±0.13 <sup>a</sup>	26.3±0.42 <sup>a</sup>
Adult longevity (days)	Male	25.03±0.79 <sup>a</sup>	25.28±1.03 <sup>a</sup>	19.64±0.39 <sup>b</sup>	18.65±0.45 <sup>b</sup>
	Female	28.84±0.59 <sup>a</sup>	28.7±0.72 <sup>a</sup>	20.55±0.39 <sup>b</sup>	20.8±0.34 <sup>b</sup>
Total life span (days)	Male	47.1±0.84 <sup>a</sup>	47.7±1.01 <sup>a</sup>	44.2±0.4 <sup>b</sup>	43.94±0.55 <sup>b</sup>
	Female	50.9±0.57 <sup>a</sup>	50.95±0.73 <sup>a</sup>	46.7±0.57 <sup>b</sup>	47.1±0.46 <sup>b</sup>

Different letters in each row indicate a significant difference between treatments (Paired bootstrap test, P<0.05)

4- One-way ANOVA  
5- Tukey Test

1- Kolmogorov-Smirnov  
2- Levene's Test  
3- Homogeneity of variance

۰/۰۵ بر روز برآورد شد. نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) در شاهد و تیمارهای ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰ پی پی ام به ترتیب ۱/۱۲، ۱/۰۹۷، ۱/۰۷ و ۱/۰۵ بر روز بوده است که نشان دهنده تأثیر منفی گوگرد در غلظت های مختلف استفاده شده، می باشد (جدول ۳).

به دنبال کاهش دوره تخم ریزی و میزان تخم ریزی روزانه حشره، تعداد کل تخم تولید شده در هر حشره ماده کاهش چشمگیری داشته است. تعداد روزهای تخم ریزی در شاهد و تیمارهای ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰ پی پی ام به ترتیب ۲۳/۱۷، ۲۳/۸۵، ۲۳/۳۳، ۱۵/۱۱ روز و تعداد کل تخم تولید شده به ترتیب ۱۳۴/۴، ۹۷/۵، ۵۷/۱۵ و ۳۶/۶ عدد بر ماده بوده است که کاهش قابل ملاحظه ای را نشان داد و اختلاف معنی دار بین تیمارها و شاهد وجود داشت (جدول ۳).

### نرخ بقاء ویژه سن، باروری، باروری ویژه سن و امید به زندگی

نرخ بقاء ویژه ی سن ( $l_x$ )، باروری ویژه ی سنی ماده ( $f_x$ )، باروری ویژه ی سن ( $m_x$ ) در سه تیمار ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰ پی پی ام گوگرد و شاهد در شکل ۱ نمایش داده شده است میزان بقا با افزایش غلظت گوگرد کاهش می یابد. با توجه به منحنی باروری ویژه سنی بالتوری سبز، اولین تخم ریزی در شاهد و تیمارهای ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰ پی پی ام به ترتیب در روزهای ۲۳، ۲۸ و ۲۷ بوده است. اوج تخم ریزی به ترتیب در روزهای ۳۶، ۳۵، ۳۷، ۳۷ و حداکثر تخم تولید شده توسط یک ماده در روز ۸/۶۵، ۶/۱۳، ۵/۸۵ و ۳/۹۵ عدد بوده است و به دلیل طولانی شدن دوره لاروی در تیمارها شروع تخم ریزی در تیمارها دیرتر از شاهد بوده است. تعداد تخم ها و اوج تخم ریزی نیز در تیمارها کاهش چشمگیری دارد. پایین ترین نرخ باروری ویژه سن ( $m_x$ ) در تیمار ۴۰۰۰ پی پی ام به میزان ۲/۱ و بالاترین مقدار در شاهد به میزان ۴/۶۷ مشاهده شد و در تیمار ۱۵۰۰ و ۲۵۰۰ پی پی ام ۳/۳۷ و ۳/۱۶ بود.

میزان تفریح تخم در شاهد ۹۴/۴ درصد و در تیمارهای ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۴۰۰۰ پی پی ام گوگرد به ترتیب ۸۴/۴، ۷۰/۸ درصد بود که تفاوت معنی داری را نشان می دهد. مرگ و میر در مرحله شفیرگی متأثر از تغذیه در مرحله لاروی است که در طول آزمایش، کمی تحرک و تغذیه و عدم توانایی تنیدن تار و تشکیل دادن پيله در مرحله پیش شفیرگی، در برخی لاروها مشاهده شد. نتایج نشان داد که میزان تلفات مراحل نابالغ در غلظت های ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۴۰۰۰ پی پی ام گوگرد به ترتیب ۴۳/۷، ۵۸/۹ و ۶۹/۲ درصد بوده است که بین تیمارها و شاهد اختلاف معنی دار مشاهده شد. تفاوتی بین تعداد افراد نر و ماده ظاهر شده در تیمار شاهد دیده نشد و تیمارهای مختلف گوگرد نیز تأثیری در نسبت جنسی نداشت (جدول ۲).

### شاخص های جمعیتی

فراسنجه های جمعیت و خطاهای استاندارد بر اساس داده های تمام گروه های هم سن در هر دو جنس و تغییرات نرخ رشد بین افراد محاسبه شدند (جدول ۳). نتایج نشان داد که تأثیر گوگرد در غلظت های ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰ پی پی ام روی فراسنجه های نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ )، نرخ ناخالص تولیدمثل ( $GRR$ )، نرخ خالص تولید مثل ( $R_0$ )، میانگین مدت زمان نسل ( $T$ ) و نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) در سطح احتمال خطای ۵ درصد معنی دار بود.

نرخ ناخالص تولیدمثل ( $GRR$ ) در شاهد و تیمارهای ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰ پی پی ام به ترتیب ۸۱/۱، ۵۹/۰، ۳۶/۴، ۲۳/۶، نتاج/ماده/نسل و نرخ خالص تولید مثل به ترتیب ۶۱/۲، ۲۹/۲، ۱۲/۷ و ۶/۱ نتاج/ماده/نسل بود که با افزایش غلظت، کاهش معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ ) و نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) به طور معنی داری در همه تیمارها نسبت به شاهد کاهش داشته است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ ) در شاهد و تیمارهای ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰ پی پی ام به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۶۸ و



جدول ۲- میانگین ( $\pm$ خطای معیار) درصد تشکیل مراحل مختلف زیستی، تلفات پیش از بلوغ و نسبت جنسی بالتهوری سبز، *Chrysoperla carnea* در غلظت‌های مختلف گوگرد و شاهد

Table 2. The mean ( $\pm$ SE) percentage of formation of different biological stages, pre-adult mortality rate and sex ratio of *Chrysoperla carnea* in different concentrations of sulfur and control

Population parameters	Treatments			
	Control	1500 ppm	2500 ppm	4000 ppm
Egg hatching %	94.4 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	90.0 $\pm$ 2.04 <sup>ab</sup>	84.4 $\pm$ 1.1 <sup>b</sup>	70.8 $\pm$ 0.8 <sup>c</sup>
Pupa formation%	87.8 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	70.0 $\pm$ 2.1 <sup>b</sup>	55.6 $\pm$ 1.2 <sup>c</sup>	44.2 $\pm$ 1.6 <sup>d</sup>
Emergence of adults%	85.6 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>	56.2 $\pm$ 2.4 <sup>b</sup>	41.1 $\pm$ 1.1 <sup>c</sup>	30.8 $\pm$ 0.83 <sup>d</sup>
Pre-adult mortality rate %	14.4 $\pm$ 1.1 <sup>d</sup>	43.7 $\pm$ 2.4 <sup>c</sup>	58.9 $\pm$ 1.1 <sup>b</sup>	69.2 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>
Emergence of females%	45.6 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	30.0 $\pm$ 2.04 <sup>b</sup>	22.2 $\pm$ 1.1 <sup>c</sup>	16.7 $\pm$ 1.4 <sup>c</sup>
Emergence of males%	40.0 $\pm$ 1.9 <sup>a</sup>	26.25 $\pm$ 1.25 <sup>b</sup>	18.9 $\pm$ 1.1 <sup>c</sup>	14.2 $\pm$ 0.83 <sup>c</sup>
Sex ratio (F/M)	1.14 $\pm$ 0.06 <sup>ns</sup>	1.14 $\pm$ 0.048	1.19 $\pm$ 0.12	1.2 $\pm$ 0.14

Different letters in each row indicate a significant difference between treatments t ( $P < 0.05$ ) (Tukey post-hoc test after analysis of variance). ns: No significant

جدول ۳- فراسنجه‌های جدول زیستی- باروری بالتهوری سبز، *Chrysoperla carnea* (میانگین  $\pm$ خطای معیار) در غلظت‌های مختلف گوگرد و شاهد

Table 3. The Mean ( $\pm$  SE) of parameters of fertility life table of *Chrysoperla carnea* in different concentrations of sulfur and control

Population growth parameters	Treatments				Unit
	Control	1500 ppm	2500 ppm	4000 ppm	
Gross reproduction rate ( <i>GRR</i> )	81.15 $\pm$ 8.42 <sup>a</sup>	59.03 $\pm$ 9.84 <sup>b</sup>	36.42 $\pm$ 5.92 <sup>c</sup>	23.59 $\pm$ 3.91 <sup>d</sup>	offspring/female/generation
Net reproductive rate ( <i>R<sub>0</sub></i> )	61.22 $\pm$ 7.3 <sup>a</sup>	29.25 $\pm$ 5.7 <sup>b</sup>	12.7 $\pm$ 2.67 <sup>c</sup>	6.1 $\pm$ 1.4 <sup>d</sup>	offspring/female/generation
Intrinsic rate of increase ( <i>r</i> )	0.11 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.09 $\pm$ 0.006 <sup>b</sup>	0.068 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	0.05 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>	day <sup>-1</sup>
Finite rate of increase ( $\lambda$ )	1.12 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	1.097 $\pm$ 0.006 <sup>b</sup>	1.07 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	1.05 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>	day <sup>-1</sup>
Mean generation time ( <i>T</i> )	46.64 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>	47.23 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	44.23 $\pm$ 0.4 <sup>b</sup>	43.94 $\pm$ 0.6 <sup>b</sup>	days
Oviposition period	23.17 $\pm$ 0.525 <sup>a</sup>	23.85 $\pm$ 0.77 <sup>a</sup>	15.33 $\pm$ 0.255 <sup>b</sup>	15.11 $\pm$ 0.34 <sup>b</sup>	days
Fecundity	134.4 $\pm$ 4.84 <sup>a</sup>	97.5 $\pm$ 24 <sup>b</sup>	57.15 $\pm$ 4.46 <sup>c</sup>	36.6 $\pm$ 3.57 <sup>d</sup>	eggs

Different letters in each row indicate a significant difference between treatments (Paired bootstrap test,  $P < 0.05$ )

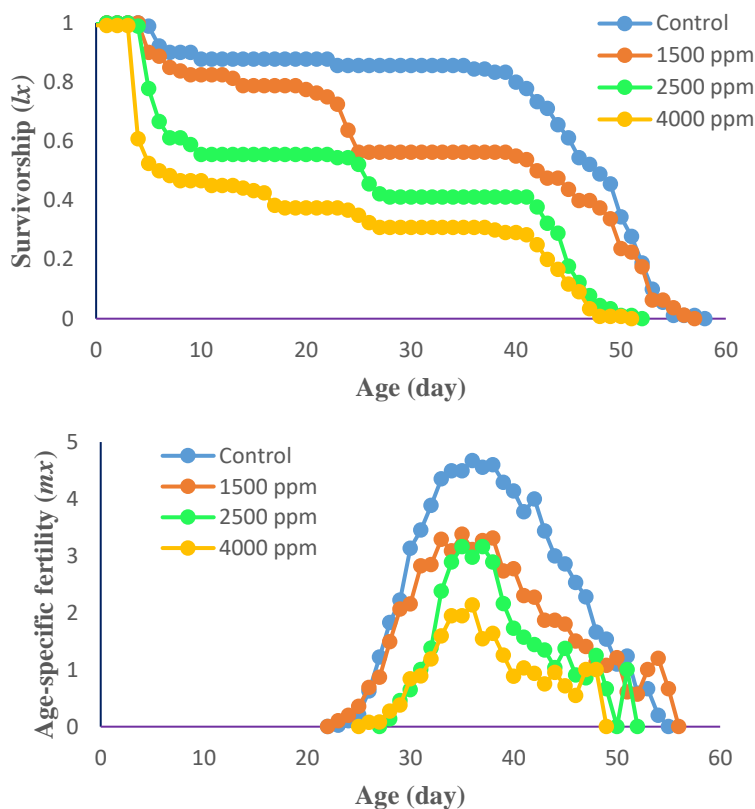
فردی رشد و نمو منحنی های مراحل مختلف با هم همپوشانی دارند براساس نتایج بیشترین تلفات در تیمارهای ۲۵۰۰ و ۴۰۰۰ پی پی ام در مرحله لاروی بوده است.

### بحث

ارزیابی اثر سمی آفتکش ها بر دشمنان طبیعی در توسعه مدیریت آفات، امری مهم و ضروری است (Desneux et al., 2007) با توجه به گسترش استفاده از فرمولاسیون های مختلف گوگرد برای کنترل پسیل در باغات پسته (Alinejad & Alinejad, 2018) و نقش بالتوری سبز در کنترل جمعیت این آفت، پژوهش حاضر روی میزان کشندگی گوگرد و تأثیر آن بر فراسنجه های زیستی باروری این شکارگر تحت شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

امید به زندگی ( $e_{xj}$ ) هر گروه مرحله سنی بالتوری سبز *C. carnea* در تیمارهای ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۴۰۰۰ پی پی ام گوگرد و شاهد در شکل ۲ نشان داده شده است. امید به زندگی در مرحله تخم در تیمارهای ۱۵۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰ و شاهد به ترتیب ۳۳، ۲۵، ۲۰/۲۵، ۴۱/۸ روز، در لارو ۳۳/۸، ۳۰/۷، ۲۸ و ۴۰ روز، در شفیره ۳۲/۴۸، ۲۸/۴۸، ۲۲ و ۳۴/۸ روز، در ماده ها ۳۱، ۲۲/۷، ۲۲ و ۳۱ روز و در نرها ۲۷/۶، ۲۲/۲، ۲۲ و ۲۶/۶ روز ثبت شده است. امید به زندگی در تمام مراحل زندگی بالتوری در تیمارها نسبت به شاهد کاهش محسوس داشته است و با گذشت زمان و پیر شدن جمعیت امید به زندگی کاهش یافت.

بقای سن-مرحله برای مراحل زیستی ( $S_{xij}$ ) یا همان احتمال بقای فرد تازه متولد شده از مرحله  $t$  تا سن  $x$  در شکل ۳ نشان داده شده است. به دلیل تنوع موجود در جمعیت و اختلافات



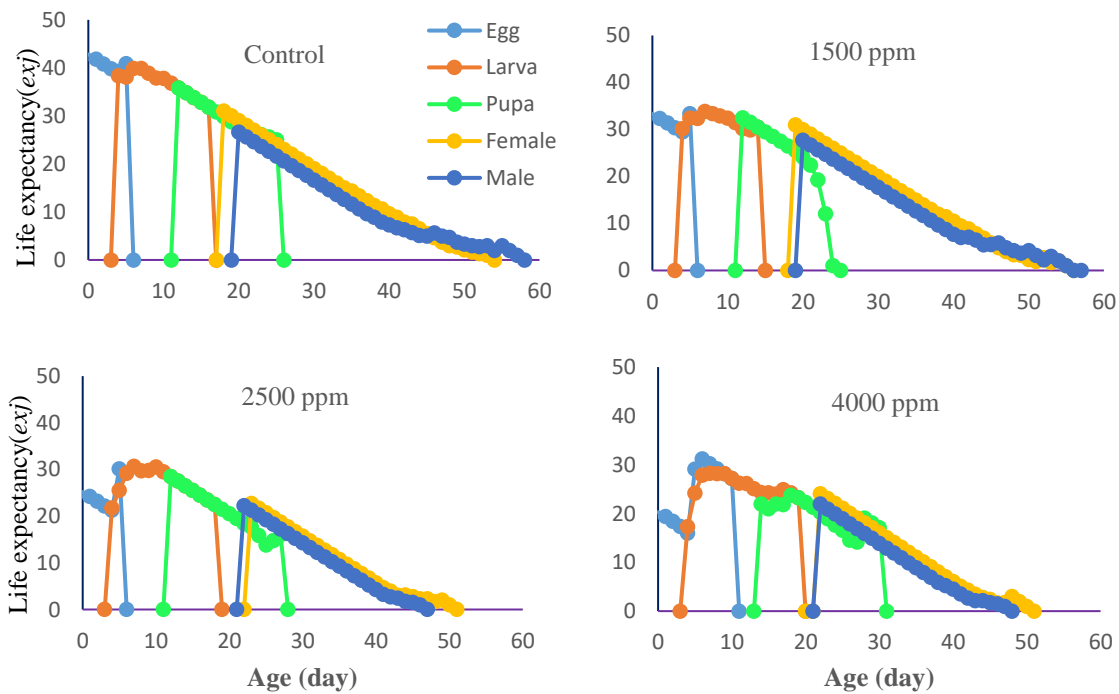
شکل ۱- نرخ بقاء ویژه سن ( $l_x$ ) و باروری ویژه سن ( $m_x$ ) بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* در غلظت های مختلف گوگرد و شاهد

Figure 1. The age-specific survival rate ( $l_x$ ) and the age-specific fecundity of total population ( $m_x$ ) of *Chrysoperla carnea* in different concentrations of sulfur and control

*Phytoseiulus Banks* و *californicus* McGregor (*macropilis* Acari: ) کنه گیاهخوار (۵ درصد) نسبت به کنه *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae) (حدود ۱۲/۴ درصد) داشت. با این حال، قرار گرفتن در معرض غلظت های مورد استفاده در مزرعه، منجر به کاهش بیشتر در میزان تخمگذاری کنه تارتن دولکه ای (۳۶ درصد) نسبت به دو گونه کنه شکارگر (۱۸ درصد) شد.

در تحقیق (Iran nejad et al. (2012) نیز افزایش طول دوره لاروی بالتوری سبز در صورت تیمار با عصاره شاتره و کلپوره نشان داده شده است. نتایج پژوهش های (2021) Sherin and Helaly حاکی از آن است که کاربرد حشره کش لامبدا سای هالوترین<sup>۱</sup> در دو برابر غلظت توصیه شده مزرعه ای، طول دوره شفیرگی را تا ۱۲ روز افزایش داده بود که این امر با افزایش معنی دار طول دوره شفیرگی در تیمارهای کاربرد گوگرد در تحقیق حاضر (اختلاف طول دوره شفیرگی در تیمارها و شاهد) مطابقت داشت

نتایج نشان داد طول دوره قبل از بلوغ (از تخم تا حشره بالغ) در تیمارها بطور معنی داری بیشتر از شاهد بوده است. این امر نشانگر طولانی بودن دوره لاروی حشره در تیمارها ناشی از کندی تغذیه و رشد در مرحله لاروی است. این نتایج با پژوهش سایر محققین مشابه است. تحقیق (Erfani Nategh et al. (2024) نشان داد آفتکش گوگرد باعث مرگ و میر هفده درصدی لارو سن اول کفشدوزک *Hippodamia variegata* در دز توصیه شده در مزرعه شد و طول دوره رشدی مراحل مختلف زندگی کفشدوزک با افزایش غلظت گوگرد از نصف دز توصیه شده در مزرعه تا دو برابر دز توصیه شده در مزرعه افزایش معنی دار و برعکس درصد تفریح تخم و درصد خروج حشرات کامل از شفیره و میزان تخم ریزی، کاهش معنی دار داشت که با نتایج اثر گوگرد روی بالتوری در تحقیق حاضر مشابه بوده است. بررسی (Vacacela Ajila et al. (2020) نشان داد با توجه به غلظت کشنده ۵۰ درصد، گوگرد (lime sulfur) سمیت بیشتری برای دو گونه کنه فیتوزئید شکارگر *Neoseiulus*



شکل ۲- امید به زندگی ( $e_{xj}$ ) بالتوری سبز، در غلظت های مختلف گوگرد و شاهد

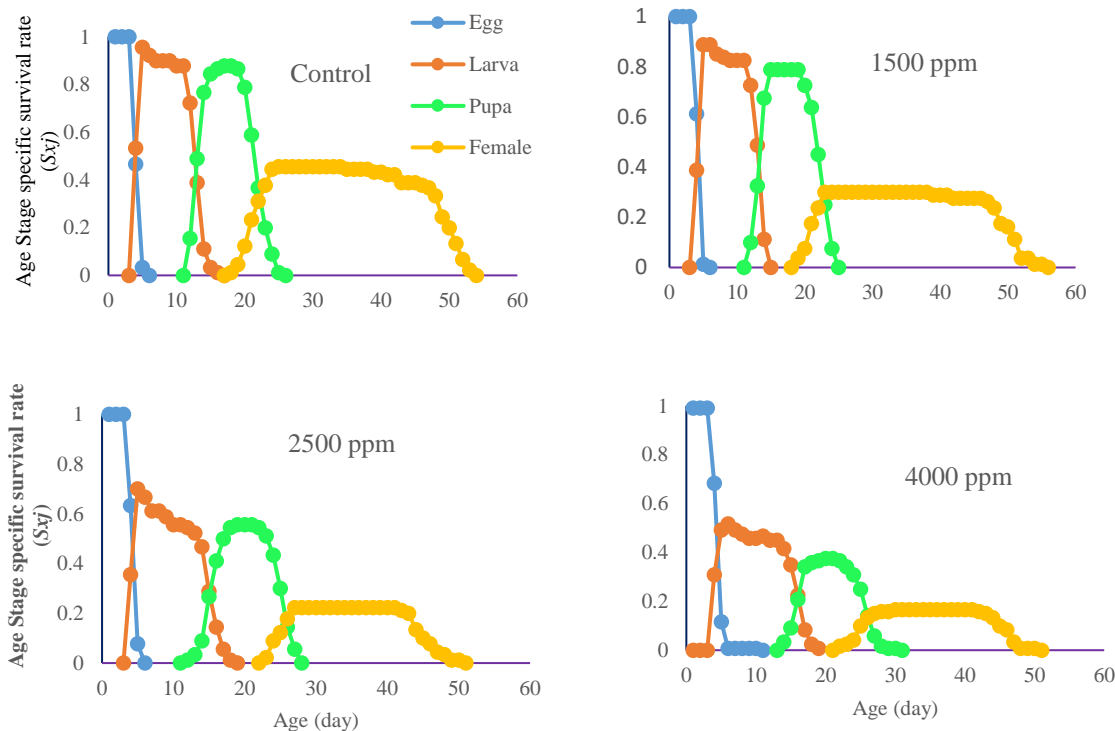
Figure 2. The age-stage life expectancy ( $e_{xj}$ ) of *Chrysoperla carnea* in different concentrations of sulfur and control

1- lambada-cyhalothrin

عمر شکارگرها و بالاخص بالتوری ها با نتایج پژوهش حاضر هم سو است. کاهش طول عمر و اثرگذاری در میزان تخمگذاری می تواند دینامیسم جمعیت آفت و دشمنان طبیعی آن را تحت تأثیر قرار دهد (Croft, 1990).

نتایج به دست آمده بیانگر تأثیر منفی گوگرد روی روند رشد جمعیت بالتوری بود که با افزایش غلظت نیز تأثیر آن بیشتر می شود. کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت می تواند به دلیل بقای کمتر مراحل قبل از بلوغ و کمتر بودن تعداد تخم های گذاشته شده به ازای هر حشره ماده در آن شرایط باشد. طبق گزارش Chi and Su (2006) اگر مرگ و میر پیش از تخم ریزی وجود داشته باشد، رابطه  $(R_0 < F)$  صدق می کند که در پژوهش حاضر با توجه به تلفات قبل از بلوغ، این رابطه  $(R_0 < F)$  مشاهده می شود.

طول عمر حشرات بالغ ماده و نر در تیمار با غلظت های ۲۵۰۰ پی پی ام نسبت به شاهد کاهش معنی دار نشان داد و این امر سبب کاهش میزان تخم های تولید شده در تیمارها و کاهش کارایی این شکارگر بود. همچنین نتایج Kumar and (1999) Santharan نشان داد که ایمیداکلوپراید<sup>۱</sup> باعث کاهش طول عمر حشرات بالغ به ویژه ماده ها شده و پیامد آن کاهش تعداد تخم در ماده ها می باشد. به طور مشابهی نتایج Alsendi (2021) et al. نشان داد، غلظت زیرکشنده ۳۰ درصد آفت کش های تیامتوکسام<sup>۲</sup>، ایمیداکلوپراید و استامی پراید<sup>۳</sup> باعث کاهش معنی داری طول دوره زندگی بالتوری ماده تیمار شده نسبت به حشرات شاهد و کاهش معنی دار باروری کل و نرخ تولید مثل خالص بالتوری سبز شده است. نتایج پژوهش های (1998) Dohmen در زمینه اثرات منفی آفت کش ها و عصاره ها بر طول



شکل ۳- نرخ بقاء ویژه سن  $(s_{xj})$  بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* در غلظت های مختلف گوگرد و شاهد

Figure 3. Age-stage survival rate  $(s_{xj})$  of *Chrysoperla carnea* in different concentrations of sulfur and control

3- Acetamiprid

1- Imidacloprid  
2- Thiamtoxam

کامل به ترتیب ۷۹ و ۸۲ درصد بود. کاهش ناشی از ایندوکساکارب در جمعیت (Coleoptera: Staphylinidae) *Paederus alfieri* Koch. به حدود ۸۰ درصد رسید در حالی که فرمول گوگرد فقط اثرات منفی داشت. هر دو فرمولاسیون ایندوکساکارب و گوگرد برای شته مضر بودند و به ترتیب باعث کاهش ۹۷ و ۲۶ درصدی میانگین جمعیت شته شدند.

در پژوهش (Fathipour and Jafari (2004) نرخ ذاتی افزایش جمعیت بالتوری سبز با تغذیه از سنک قوزه پنبه (Het: *Miridae*) *Creontiades pallidus* را ۰/۰۹۵ تعیین کردند که مقدار این فراسنجه با نتیجه کاربرد ۱۵۰۰ پی پی ام گوگرد همخوانی دارد. در پژوهش (Shahpouri arani et al. (2005) نرخ ذاتی افزایش جمعیت بالتوری سبز با تغذیه از تخم بید غلات (*Sitotroga cerealella* Olivier) را ۰/۱۲ تعیین کردند که مقدار این فراسنجه با شاهد در پژوهش حاضر نزدیک است. در یک بررسی نرخ ذاتی افزایش جمعیت (*r*) در استفاده از عصاره بذر باریجه، شوید، ریشه روناس، سم آکتارا<sup>۱</sup> و شاهد روی فراسنجه‌های زیستی بالتوری سبز به ترتیب ۰/۶۱، ۰/۱، ۰/۹۱، ۰/۵۶ و ۰/۱۱ ارزیابی شد (Khajehoseini et al., 2014) که نرخ ذاتی افزایش جمعیت در شاهد، عصاره روناس و بذر شوید نزدیک به شاهد و غلظت ۱۵۰۰ پی پی ام در این تحقیق، عصاره بذر باریجه با غلظت ۲۵۰۰ پی پی ام و سم آکتارا با غلظت ۴۰۰۰ پی پی ام گوگرد در پژوهش حاضر مشابه می باشد. همچنین در پژوهش (Khajehoseini et al. (2014) همه تیمارها نسبت به شاهد به صورت معنی دار نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت را کاهش داده و متوسط مدت زمان یک نسل را افزایش دادند نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش حاضر کاملاً همخوانی دارد.

در پژوهش (Mohammad Rezaei et al. (2007) تأثیر سه آفتکش ایمیداکلوپراید، پروپارزیت<sup>۳</sup> و پی متروزین<sup>۴</sup> روی

در تحقیق حاضر گوگرد در شرایط بسته آزمایشگاهی اثر نامطلوب بر بقا و رشد جمعیت بالتوری سبز داشت. در حالی که در شرایط باز محیطی در باغات ممکن است اثر نامطلوب گوگرد بر این شکارگر تا این حد شدید نباشد. در بررسی (Zappalà et al. (2012) اثر جانبی دو فرمولاسیون گرد و پودر وتابل گوگرد روی شکارگر (Hemiptera: Miridae) *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) در شرایط آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. کاربرد فرمولاسیون گرد گوگرد، به صورت هفتگی روی نهال‌های گوجه‌فرنگی آلوده به مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) در شرایط گلخانه‌ای، به طور قابل توجهی سطوح آلودگی را کاهش داد و نشان داد که اثر ممانعت بر تخم‌گذاری دارد. اما گوگرد وتابل برای کنترل جمعیت این آفت در هر دو شرایط گلخانه‌ای و مزرعه موثر نبود. در این بررسی مشخص شد گرد گوگرد در آغاز تیمار روی سن شکارگر *N. tenuis* نسبتاً مضر بود، اما باقیمانده گرد گوگرد پس از هفت روز روی سن شکارگر کمی مضر بود و پس از چهارده روز باقیمانده گرد گوگرد هیچ اثری بر این سن شکارگر نداشت. برعکس، پودر وتابل گوگرد به عنوان ترکیب بی‌ضرر برای سن شکارگر *N. tenuis* طبقه‌بندی شد. همچنین در بررسی (Gesraha and Ebeid (2021) از فرمولاسیون ایندوکساکارب<sup>۱</sup> و گوگرد در مزارع بامیه برای کنترل شته استفاده شد و اثرات نامطلوب آن بر برخی از شکارگرهای مهم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که ایندوکساکارب در تمامی تیمارها مؤثرتر از کاربرد گوگرد بود. در پایان آزمایش، کاهش جمعیت کفشدوزک یازده نقطه‌ای (*Coccinella undecimpunctata* L. در تیمار با ایندوکساکارب برای لارو و حشرات کامل به ترتیب به ۹۲ و ۷۶ درصد رسید. در حالی که کاهش جمعیت بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* Stephens برای لارو و حشرات

3- Propargite  
4- Pymetrozine

1- Indoxacarb  
2- Actara

بدست آمده است که در مشابه سازی با تحقیق حاضر و مقایسه با شاهد و تیمار غذای تخم افستیا، نزدیک به هم است و در حشرات ماده نیز همخوانی بین نتایج وجود دارد.

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد گوگرد در غلظت تأثیرگذار روی پسیل روی فراسنجه های جمعیت بالتوری اثر منفی دارد. با توجه به روش انجام پژوهش که مراحل تخم و لارو بالتوری کاملاً در تماس با گوگرد بودند و لاروها امکان فرار و یا اجتناب از تماس با سطح آغشته به گوگرد را نداشتند، به نظر می رسد تأثیر منفی گوگرد در این بررسی بیشتر از اثر سوء این ترکیب در محیط باغ خواهد بود. با این وجود، به منظور کاهش تأثیر منفی گوگرد روی بالتوری و رسیدن به بیشترین تأثیر روی پسیل، باید گوگرد زمانی مصرف شود که بالتوری کمترین فعالیت را داشته باشد. با مطالعه و ارزیابی کلی باغ از نظر حضور بالتوری، به نظر می رسد با توجه به دمای بالا و رطوبت نسبی پایین و کاهش فعالیت و جمعیت بالتوری و از طرفی افزایش فعالیت پسیل پسته، از اوایل تیرماه تا اواخر مردادماه زمان مناسب برای استفاده از گوگرد در غلظت توصیه شده باشد.

یکی از روش های جلوگیری از تأثیر گوگرد روی بالتوری، استفاده از گوگرد در زمان عدم فعالیت و حضور بالتوری در باغ است اما به این نکته مهم باید توجه داشت که گوگرد در رطوبت پایین و دمای بالا به ویژه در باغ هایی با مدیریت ضعیف و آبیاری نامناسب، می تواند ایجاد مشکل نماید. روش دیگر اجتناب از خسارت گوگرد، محلول پاشی ردیفی یا لکه ای آن است، به این صورت که چند ردیف از درختان با آلودگی کمتر به پسیل سمپاشی نشود تا پناهگاهی برای بالتوری باشد. از طرفی، در صورتی که نیاز به رهاسازی بالتوری به عنوان یک عامل کنترل بیوژیک در برنامه مدیریت تلفیقی باشد، می توان با غلظت ۱۵۰۰ پی پی ام گوگرد محلول پاشی و پس از کنترل ۶۰ درصدی پسیل، اقدام به رهاسازی بالتوری در نسبت های توصیه شده نمود.

بالتوری سبز ارزیابی شد. نتایج نشان داد بالاترین باروری ویژه ی سن ( $m_x$ ) مربوط به ایمیداکلوپراید ۵/۱۷ و پایین ترین مربوط به پی متروزین ۲/۹۶ بود که نرخ باروری ویژه سن پی متروزین با غلظت ۴۰۰۰ پی پی ام گوگرد در تحقیق حاضر مشابه است. همچنین نتایج (Mohammad Rezaei et al. (2007 نشان داد نرخ خالص تولید مثل در تیمار سموم پروپارژیت، پی متروزین، ایمیداکلوپراید روی بالتوری سبز و شاهد به ترتیب ۴۱، ۲۹/۵، ۶۲/۹ و ۵۹ و نرخ ذاتی افزایش جمعیت در این تیمارها به ترتیب ۰/۰۹۱، ۰/۰۷۸، ۰/۱۰۷ و ۰/۱۱۹ بر روز می باشد. تأثیر تیمارهای اعمال شده در پژوهش حاضر در اکثر موارد شدیدتر است.

بررسی (Medina et al. (2003 نشان داده است که کاربرد حشره کش پیری پروکسی فن<sup>۱</sup> در شرایط آزمایشگاه هیچ گونه اثر مضر روی مراحل رشدی بالتوری سبز نداشته است، اما آزادیراختین<sup>۲</sup> باعث جلوگیری از تخم گذاری در بالتوری سبز می شود. همچنین بیشتر تخم های حاصل از تیمار گلایفوزیت<sup>۳</sup>، غیرطبیعی و کوچک تر از تخم های حاصل از شاهد بودند و ۲ روز پس از تخم گذاری سیاه شد.

بر اساس تحقیقات (Maia et al. (2016، لامبدا سالی هالوترین که هم اکنون در باغ های پسته برای کنترل سن های پسته و سوسک سرشاخه خوار و برخی دیگر آفات استفاده می شود، تلفات سبکی روی لارو بالتوری دارند. پژوهش های (Yousif and Ramadan (2020 نشان می دهد که وقتی مراحل مختلف لاروی از شته های آلوده به سم لامبدا سالی هالوترین تغذیه می کنند تلفات ۳۱/۶ درصدی دارند. این تلفات از هر سه تیمار کاربرد گوگرد در تحقیق حاضر، کمتر است.

در تحقیق مشابه توسط (Hassanpour et al. (2014 امید به زندگی بالتوری سبز در لحظه تولد روی تخم بید آرد، تخم و لارو نئونات کرم غوزه پنبه به ترتیب ۴۶/۷۴، ۵۲/۹۲ و ۴۹/۹۴ و در لحظه ظهور حشرات کامل ۲۶/۵۵، ۳۸/۷۹، ۳۱/۹۴ روز

و قدردانی می‌گردد. از بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد به خاطر امکانات آزمایشگاهی، تشکر و قدردانی می‌شود.

### سپاس‌گزاری

این تحقیق با حمایت مالی (Grant No 0084) دانشگاه زابل در قالب رساله دکترا انجام شده است که بدینوسیله تشکر

### References

Alinejad, Ze. & Alinejad, Za. (2018). Comparison of the effect of non-chemical pesticides against pistachio psyllid in Kharamah region, 9th Contemporary Agricultural and Sustainable Natural Resources, Tehran, <https://civilica.com/doc/822811>

Alsendi, A., Havasi, M., Nozari, J., & Golmohammadi, G. (2021). Changes in biological parameters of green lacewing, *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), in contact with the sub-lethal concentrations of thiamtoxam, imidacloprid, and acetamiprid. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 44(1), 59–75. (In Farsi with English summary)

Aly, N. (2015). Efficacy of natural compounds on the pear psylla, *Cacopsylla pyricola* (Hemiptera: Psyllidae), the olive scale insect, *Parlatoria oleae* (Hemiptera: Diaspididae) and their natural enemies in pear orchards in Egypt. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, F. Toxicology and Pest Control*, 7(1), 145–152. <https://doi.org/10.21608/eajbsf.2015.17249>

Baghodrat, Gh., Ahmadi, K. & Valizadeh, B. (2021). The effect of sulfur, Wollastonite, biotite, zeolite, graphite, perlite, & feldspar on oviposition and egg hatching of common pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hem.: Psyllidae) in orchard conditions. *Pistachio and Health Journal*, 4(2), 65–74. <https://doi.org/10.22123/phj.2021.287902.1101>

Bigler, F. & Waldberger, M. (1994). Effect in pesticide on *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera, Chrysopidae) in the laboratory and semifield. *IOBC/WPRS Bull.*, 17, 55–69.

Chi, H. & Su, H.Y. (2006). Age-stage, Two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. *Environmental Entomology*, 35(1), 10–21.

Chi, H. (2024). TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex lif table analysis. <http://120/140.173/197/Ecology/>.

Croft, B.A. (1990). Arthropod biological control agents and pesticides. John Wiley and Sons, Inc., New York, 723 pp.

Desneux, N., Decourtye, A. & Delpuech, JM. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52: 81–106.

Dohmen, G.P. (1998). Comparing pesticide effects on beneficials in a sequential testing scheme. In: P. T. Haskell & P. Mc Ewen (Ed.), *Ecotoxicology: Pesticides and Beneficial Organisms*.

Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 191–201.

Erfani Nategh, M., Mahdian, K., & Izadi, H. (2023). Effects of acetamiprid, spirotetramat and sulfur on biological parameters of the predatory coccinellid *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae). *Journal of Pistachio Science and Technology*, 8(14), 51-81. (In Farsi with English summary)

Fathipour, Y. & Jafari, A. (2004). Biology of *Chrysoperla carnea* (Neu., Chrysopidae) on *Creontiades pallidus* (Het., Miridae). *Iranian Journal of Agriculture Science*, 35(3), 721–729. (In Farsi with English summary)

Gesraha, M.A. & Ebeid, A.R. (2019). Impact of sulfur dust application on the abundance of two important coccinellid predators in marrow fields. *Bulletin of the National Research Centre*, 43, 34. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0060-7>

Gesraha, M.A. & Ebeid, A.R., (2021). Impact of indoxacarb and sulphur formulation on aphid and three specific predators in Okra fields. *Bulletin of the National Research Centre*, 45(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00464-z>

Gesraha, M.A., Ebeid, A.R. & Ali, A.A.ER. (2019). Do the diversity of plants and sulphur application influence the population fluctuation of insect predator? *Bulletin of the National Research Centre*, 43(1), 159. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0198-3>

Hanna, R., Zalom, F.G., Wilson, L.T. & Leavitt, G.M. (1997). Sulfur cansuppress mite predators in vineyards. *California Agriculture*, 51, 19–21.

Hassan, S.A. (1994) Activities of the IOBC/WPRS Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. *IOBC/WPRS Bulletin*, 17, 1–5.

Hassanpour, M., Iranipour, S., Nouri-Ganbalani, G. & Mohaghegh-Neishabouri, J. (2014). Biological and Life Table Parameters of the Green Lacewing, *Chrysoperla carnea* (Neu., Chrysopidae) in Feeding on Different Preys in Laboratory Conditions. *Biological Control of Pests and Plant Diseases*, 3(1), 17–30. <https://doi.org/10.22059/jbioc.2014.52459>

Iran nejad, M.K., Sami, M.A., Talebi jahromi, K. & Alizadeh, A. (2012). Investigation on the effects of some pesticides and plant extracts on life table of *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae). *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 43(1), 33–46. (In Farsi with English summary). <https://doi.org/10.22059/ijpps.2012.28643>

Jafari Nadooshan, A. (1998). Investigation on the efficiency of *Chryroperla carnea* (Steph.) in control of pistachio psyllo. M. Sc. Thesis, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. 80 pp. (In Farsi with English summary)

James, D.G., Price, T.S., Wright, L.C. & Perez, J. (2002). Abundance and phenology of mites, leafhoppers, and thrips on pesticide-treated and untreated wine grapes in southcentral Washington. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 19, 45–54

Khajehoseini, M., Samie, M.A. & Mahdian, K. (2014). Investigation on The Effects of several plant extracts and thiamethoxam on two sex life table of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neu.: Chrysopidae) in Laboratory Conditions. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, 28(1), 125–137. (In Farsi with English summary), <https://doi.org/10.22067/jpp.v28i1.36051>



- Kumar, K. & Santharan, A. (1999). Laboratory evaluation of imidaclopride against *Tricogramma chilonis* Ishii and *Chrysoperla carnea* (Stephens). *Journal of Biological Control*, 13, 73–78.
- Maia, J.B., Carvalho, G.A., Medina, P., Garzón, A., Gontijo, Pda C. & Viñuela, E. (2016). Lethal and sublethal effects of pesticides on *Chrysoperla carnea* larvae (Neuroptera: Chrysopidae) and the influence of rainfastness in their degradation pattern over time. *Ecotoxicology*, 25(5):845-855. <https://doi.org/10.1007/s10646-016-1641-y>
- Medina, P., Budia, F., Del Estal, P. & Viñuela, E. (2003). Effects of three modern insecticides, pyriproxyfen, spinosad and tebufenozide, on survival and reproduction of *Chrysoperla carnea* adults. *Annals of Applied Biology*, 142(1), 55–6.
- Mehrnejad, M.R. (2002). Bionomics of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, in Iran. *Acta Horticulturae*, 591, 535–539.
- Mehrnejad, M.R. (2010). Potential biological control agent of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hem.: Psylloidea). *Entomofauna*, 31, 317–340.
- Mohammadinia, S. & Emami, S.Y. (2018). The effects of some sulfur formulations on common pistachio psyllid (*Agonoscena pistaciae* Bur. and lau. (Hom., Psyllidae). The second national pistachio conference in Iran, 12 September 2018, Kerman, Rafsanjan, Iran. <https://civilica.com/doc/822228>
- Nazoori, F., Zamani Bahramabadi, E., Mirdehghan, S.H. & Yousefi, M. (2022). Preharvest Application of Sulfur as Pesticide on Fresh Hull and Kernel of Pistachio (*Pistacia vera* L.). *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 9(1), 117–129.
- Prischmann, D.A., James, D.G., Wright, L.C., Teneyck, R.D. & Snyder, W.E. (2005). Effects of chlorpyrifos and sulfur on spider mites (Acari: Tetranychidae) and their natural enemies. *Biological Control*, 33(3), 324–334.
- Rakhshani Zabol, E. (2010). Principles of agricultural toxicology. Farhang Jame Publisher, 376 PP. (In Farsi)
- Mohammad Rezaei, M., Talebi, K., Naveh, V. & Kavousi, A. (2007). Impact of the pesticides imidaclopride, propargite, & pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae) IOBC and life table assay. *Biocontrol*, 52, 385–398. <https://doi.org/10.1007/s10526-006-9036-2>
- Samih, M.A., Alizadeh, A. & Saberi Riseh, R. (2005). Pistachio pests and diseases in Iran and their IPM. Jahad Daneshgahi Press, Tehran. (In Farsi)
- Shahpouri arani, SH., Talebi, A.A., Fathipour, Y. & Moharamipour, S. (2005). Comparison between the population parameters in green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neu: Chrysopidae) and its egg parasitoid wasp, *Telenomus acrobats* Giard (hym: scelionidae). *Journal of Agricultural Sciences*, 11(1), 107–116. <https://sid.ir/paper/7953/en>

Shayegan, A., Yazdani, A. & Aboosaeidi, D. (2003). Pistachio guideline: Pests, Diseases and Weeds. Agriculture Education Publication, Karaj, Iran, 201 pp.

Sherin, M.M. & Helaly, Y. (2021). Effect of different materials on some biological characteristic of green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) under laboratory condition. *Journal of Plant Protection Pathology Mansoura University*, 12(2), 145–151.

Vacacela Ajila, H.E., Oliveira, E.E., Lemos, F., Haddi, K., Colares, F., Marques Gonçalves, P.H., Venzon, M. & Pallini, A. (2020). Effects of lime sulfur on *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis*, two naturally occurring enemies of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, 76(3), 996–1003. <https://doi.org/10.1002/ps.5608>

Vogt, H. & Vinula, E. (2001). effects of pesticides, in lacewing in the crop environment in: McEven, p., New, T.R., Whittington, A.E., (Eds). *Lacewing in the crop environment*. Cambridge University Press, Cambridge, pp:357–366

Yegane, M. (2019). List of approved agricultural pesticides in the country. Soltani Publisher, 470 PP.

Yousif, M.A.I. & Ramadan, M.M. (2020). Influence of different pest control agents on some biological aspects of *Chrysoperla carnea* (Stephens). *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 47(2), 507–518.

Zappalà, L., Siscaro, G., Biondi, A., Molla, O., Gonza lez-Cabrera, J. & Urbaneja, A. (2012). Efficacy of sulphur on *Tuta absoluta* and its side effects on the predator *Nesidiocoris tenuis*. *Journal of Applied Entomology*, 136, 401–409. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2011.01662.x>



© 2024 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).