

# Effect of ants on biological control of Pomegranate carob moth by

## Trichogramma wasps in pomegranate orchards

### Introduction

Pomegranate carob moth with the scientific name *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lep.: Pyralidae) is a key pest of pomegranate and causes an economic damage to the quantity and quality of pomegranate fruits. According to the reports, from 20 to 80% of the pomegranate fruits in the gardens and warehouses are attacked by the carob moth and suffer damage (Fotouhi et al., 2021).

Different methods including chemical control, the use of optical traps, the use of fabric nets, flag removal, the use of repellent compounds such as processed kaolin with a concentration of 5% and at an interval of 20 days in four stages, collection and destruction of infected fruits on the tree and garden floor, the use of resistant cultivars and the use of *Trichogramma* wasps have been recommended to control the pomegranate carob moth (Shojaei and Esmaili 1366), but so far none of these methods have been able to cause a decisive reduction in the population of the pest. Considering the importance of organic pomegranate production, the necessity of further studies on non-chemical pest control methods, especially biological control using *Trichogramma* wasps, is emphasized (Fotouhi et al., 2021).

Field observations indicate that the release of *Trichogramma* wasps is influenced by various factors, including arthropods that prey on parasitized eggs on Trichocards. So far, only a handful of studies have examined the effect of predators on the emergence rate of *Trichogramma* wasps on Trichocards during the release stage. For example, Al Rouechdi, and Voegelé (1981) reported that after installing trichocards on plants due to the phenomenon of predation, a considerable number of wasps were destroyed before hatching and emergence of adult wasps. Also, Bento et al. (1998) and Bento (1999) announced the reduction of *Trichogramma* wasps (*T.cacoeciae*) efficiency due to the activity of predators. According to Gomes et al. (1998), ants are one of the important predators of parasitized eggs of cereal willow and thus reduce the efficiency of biological control. Suh et al. (2000) also announced the low efficiency of *Trichogramma* species (*T.exiguum*) in controlling cotton pests due to the activity of ants on parasitized eggs during the release of *Trichogramma*. Perira et al. (2004) evaluated the destructive effects of predators on the *Trichogramma* wasps (*T.cacoeciae*) biocontrol agent of olive willow in Portugal and reported that more than 99% of the predators of released parasite eggs are ants. Kerguntiol et al. (2013) in a research in Uruguay on reducing the destructive effect of predators on the emergence rate of *Trichogramma* wasps from Trichocards, considered two species of ants responsible for the destruction of parasitized eggs and with changes in the packaging of release units to somewhat reduced the effect of ants.

Despite the destructive role of predators in release stage of *Trichogramma* wasps for controlling plant pests, so far, no research has been done in Iran on the identification of the predators of

parasitized eggs on trichocards and the extent of their influence during the release stage of *Trichogramma* wasps for the biological control of carob moth (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller). The present research aims to identify different groups of predators of parasitized eggs and estimate the effect of predators on the loss rate of *Trichogramma* wasps during the release phase in pomegranate orchards.

## **Material and methods**

A research was conducted in a pomegranate orchard with an area of two hectares located in the village of Hoz Sarkh, in the central district of Torbat-e- Heydarieh, in Razavi Khorasan province of Iran, in 2019. This research was conducted in the form of a factorial two-factor experiment, each factor at two levels in a completely randomized basis with 5 replications.

## **Results**

In this study, a total of six species of ants namely *Pheidole pallidula* (Nylander, 1849), *Crematogaster subdentata* Mayr, 1877, *Tapinoma erraticum* (Latreille, 1798), *Lepisiota frauenfeldi* (Mayr, 1855), and *Camponotus sanctus* Forel, 1904 from three subfamilies of family Formicidae including Formicinae, Dolichoderinae, Myrmicinae, one species of Dermaptera (*Forficula auricularia* L), a species of Hemiptera (*Geocoris* sp.) as well as a few specimens of a spider were collected and identified from the surveyed trichocards. Also, the results of this study showed that ants and other predators destroy a significant number of the parasitized eggs on trichocards and this cause a significant decrease in the efficiency of this egg parasitoid. The mortality rate of a parasitized eggs on trichocards embedded with grease was significantly lower than those trichocards without grease. Furthermore, the height of the installation of trichocards also showed a significant effect on the loss rate of *Trichogramma* wasps. In addition, the height of installation of trichocards also showed a significant effect on the loss rate of *Trichogramma* wasps. So that at high height in both the grease and non-grease treatments at different times, the loss rate of *Trichogramma* wasps was lower.

## **Conclusion**

In conclusion, according to the results of this research, in order to protect the trichocards from ants' attacks and reduce the damage caused by them, it is necessary to pay attention to the release plan of *Trichogramma* wasps in such a way that the maximum number of wasps emerge in less than 24 hours of the initial installation of the trichocards. Moreover, trichocards should be installed at higher height (150 centimeters above the ground level) by using a wire coated with a sticky substance such as grease.

**Key words:** Biological control, *Trichogramma brassicae*, Predator, Ant, Trichocard.

## تاثیر مورچه ها روی کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار با استفاده از زنبورهای تریکوگراما در باغ های انار

نسرین شیبانی فهندری - حسین صادقی نامقی - غلامحسین مروج

### چکیده

کارایی رهاسازی زنبورهای تریکوگراما تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله شرایط محیطی و فعالیت شکارگران قرار می گیرد. تاکنون در ایران تحقیقی بر روی نوع شکارگر ها و میزان تاثیر آنها بر تلفات تخم های روی تریکوکارت ها در مرحله رهاسازی زنبور تریکوگراما برای کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار انجام نشده است. در سال ۱۳۹۹ در یک باغ انار به وسعت دو هکتار واقع در روستای حوض سرخ از توابع بخش مرکزی شهرستان تربت حیدریه آزمایشی بصورت فاکتوریل دو عاملی، هر عامل در دو سطح در پایه طرح کاملا تصادفی با پنج تکرار انجام شد. طی شش نوبت رها سازی زنبور تریکوگراما در باغ مورد مطالعه، نمونه های بندپایان شکارگر فعال روی تریکوکارت ها جمع آوری و شناسایی شدند. برای ایجاد تیمارهای دسترسی و یا عدم دسترسی مورچه ها به تریکوکارت ها، سیم های مورد استفاده جهت آویزان کردن کارت ها از درخت انار به گریس آغشته می شدند (عدم دسترسی) و یا به گریس آغشته نمی شدند (دسترسی آزاد). هر دو نوع تریکوکارت (با دسترسی و عدم دسترسی مورچه ها) در دو ارتفاع ۸۰ و ۱۵۰ سانتی متر از سطح زمین از درختان انار آویزان می شدند. تعداد تخم باقی مانده روی تریکوکارت ها ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از نصب تریکوکارت ها شمارش می شد. در میان شکارگر های شناسایی شده ی فعال روی تریکوکارتها، تنوع گونه ای و فراوانی مورچه ها بطور قابل ملاحظه ای چشمگیر تر از سایر شکارگر ها بود. میزان تلفات زنبور تریکوگراما در تریکوکارت های آغشته به گریس به شکل معنی داری کمتر از تریکوکارت های بدون گریس بود. بعلاوه، ارتفاع نصب تریکوکارت ها نیز بر تلفات تخم ها روی تریکوکارتها تاثیر گذار بود. بطوری که در ارتفاع بالا در هر دو تیمار آغشته به گریس و بدون گریس در زمان های مختلف، میزان تلفات زنبورهای تریکوگراما کمتر بود. میزان تلفات زنبور های تریکوگراما با گذشت زمان از تاریخ نصب تریکوکارت ها افزایش یافت. باتوجه به نتایج این تحقیق، برای حفظ تریکوکارتها از حمله شکارگر ها بخصوص مورچه ها و تقلیل خسارت ناشی از آن ها، لازم است رهاسازی زنبور تریکوگراما بنحوی برنامه ریزی گردد که حداکثر خروج زنبورها در بازه زمانی کمتر از ۲۴ ساعت اولیه پس از نصب تریکوکارت ها اتفاق افتد و تریکوکارت ها با استفاده از سیم های فلزی آغشته به گریس و ترجیحا در ارتفاع بالاتر (۱۵۰ سانتیمتر بالای سطح زمین) نصب شوند.

**کلمات کلیدی:** تریکوکارت، شکارگر، کنترل بیولوژیک، کرم گلوگاه انار، مورچه.

## مقدمه

کرم گلوگاه انار با نام علمی *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lep.: Pyralidae) مهمترین آفت انار در مناطق انارکاری ایران است. این آفت در بسیاری از مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا پراکنده بوده و به محصولات دیگری نظیر خرنوب، آکاسیا، افاقیا، فندق، بادام، گردو، انار، انجیر، پرتقال، گریپ فروت، شاه بلوط، ازگیل ژاپنی، تمبر هندی، خرما، زیتون، سیب، گلابی، به، هلو، زرد آلو، پسته، خرما، خشک، کشمش و انجیر خشک خسارت زیادی وارد می کند (Mehrnejad, 1992; Shakeri, 2004).

کرم گلوگاه انار زمستان را به صورت لارو در درون انارهای آلوده (روی درخت، پای درخت و درون انبار) و یا دیگر میزبانهای آلوده می گذارند. لاروها پس از گذراندن آخرین سن لاروی به محل ترکیبگی میوه یا به محوطه گلوگاه و حتی به داخل تاج انار می روند و در آنجا شروع به تنیدن تار و ساختن اطاق شفیرگی می کنند. شفیرهها با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه در اوایل اردیبهشت ماه و مصادف با آغاز ظهور گلهای انار، به پروانه تبدیل شده و از تاج انار بیرون می آیند (Mehrnejad, 1992). پروانهها در مدت ۲ تا ۴ روز جفت گیری کرده و مادهها در تاج انار، در میان پرچمهای زردرنگ، تخم ریزی می کنند. هر ماده در حدود ۲۰ تا ۲۵ عدد تخم می گذارد که پس از ۸ تا ۱۰ روز تفریخ شده و به لارو تبدیل می شوند و لاروها از همان محل وارد میوه می شوند. دوره فعالیت لاروی از ۱۸ تا ۳۰ روز است، که لاروها پس از پایان این دوره به گلوگاه انار آمده و به شفیره تبدیل می شوند (Mehrnejad, 1992; Shakeri M. 2003). دوره شفیرگی بین ۷ تا ۸ روز طول می کشد و بدین ترتیب از اواسط یا اواخر تیرماه، شب پره های نسل اول ظاهر می شوند. شب پرهها بعد از ظهور درون تاج و روی پرچمهای انار تخم ریزی کرده و لاروها بعد از تفریخ از محل تاج وارد میوه می شوند. تعداد نسل های این آفت بسته به شرایط محیطی متفاوت است چنانکه در شرایط شیراز برای آن ۴ نسل در ماههای تیر، مرداد، شهریور و مهر گزارش شده است (Sharifi, 1960; Kashkuli and Eghtedar, 1975).

بر اساس گزارش ها بین ۲۰ تا ۸۰ درصد محصول انار در باغ و انبار مورد حمله کرم گلوگاه قرار گرفته و خسارت می بیند (Fotouhi et al.2021). کشکولی و اقتدار (Kashkuli and Eghtedar, 1975) میزان آلودگی میوههای انار به *E. ceratoniae* در استان فارس را روی واریتههای مختلف ۵۰-۲۵ درصد ذکر کرده اند. رحمانی و همکاران (Rahmai et al., 1993) میانگین خسارت این آفت را در منطقه فیض آباد در استان خراسان رضوی ۳۶/۶۴ درصد برآورد کردند.

روش های مختلفی شامل کنترل شیمیایی، بکارگیری انواع تله نوری، استفاده از تورهای پارچه ای، پرچم زدائی، کاربرد ترکیبات دورکننده نظیر کاتولین فرآوری شده با غلظت ۵ درصد و به فاصله ۲۰ روز طی چهار مرحله، جمع آوری و معدوم کردن میوه های آلوده در روی درخت و کف باغ، استفاده از ارقام مقاوم و استفاده از زنبورهای تریکوگراما جهت کنترل کرم گلوگاه انار توصیه شده است (Shojaei et al.1987; Mirkarimi, 2000) ولی تاکنون هیچ کدام از این روشها، نتوانسته

سبب کاهش قاطع در جمعیت آفت شود. با توجه به اهمیت تولید انار ارگانیک، ضرورت بررسیهای بیشتر در مورد روش های کنترل غیرشیمیایی آفت، بویژه کنترل بیولوژیک با استفاده از زنبورهای تریکوگراما مورد تاکید است (Fothuhi et al. 2021).

شیوه رایج در رهاسازی زنبور تریکوگراما به عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار، استفاده از کارت های موسوم به تریکوکارت می باشد (Mirkarimi, 2000). در این مطالعه، هر تریکوکارت حاوی ۶۰۰ عدد تخم پارازیت شده بود که در شرایط تحت کنترل نگهداری و در هر نوبت رهاسازی بطور معمول ۳ تا ۴ روز قبل از تفریح تخم ها، برای رهاسازی در اختیار مجری قرار می گرفت.

کارایی زنبور تریکوگراما در کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار می گیرد. به عنوان مثال، ویژگی های گیاه میزبان مانند اندازه گیاه میزبان، ظاهر گیاه، تراکم تریکوم، براق و یا واکی بودن سطح برگ و اندازه آن تراکم و الگوی کرک برگ های گیاه میزبان می تواند جستجو گری زنبور و پارازیتسم توسط آن را تحت تاثیر قرار دهد (Knutson, 1998) ویژگی های زیستی زنبور تریکوگراما نظیر میزان باروری، نرخ ظهور، نسبت جنسی، طول عمر و ترجیح میزبانی نیز از جمله عوامل موثر بر کارایی آن می باشد. ارزیابی اثرات دما و رطوبت روی زیست شناسی زنبور تریکوگراما نشان داده که درجه حرارت های زیر ۱۵ درجه و یا بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس اثرات منفی روی زنده مانی و کارایی این زنبورها دارد (Venkatesan and Jalali, 2013). در یک تحقیق اثرات درجه حرارت های ثابت و متناوب روی میزان پارازیتسم زنبور تریکوگراما نشان داد که میزان پارازیتسم تحت شرایط شبیه سازی دماهای فصل های تابستان و زمستان در مقایسه با دماهای ثابت پرورش، بیشتر بود (Cònsoli and Parra, 1995). طبق بررسیها، کارایی زنبور تریکوگراما در دماهای بالا کاهش می یابد. و این کاهش میزان پارازیتسم در دماهای ۴۰ و ۴۵ درجه سانتی گراد عمدتاً به علت خشک شدن تخم میزبان می باشد (Venkatesan and Jalali, 2013). علاوه بر بررسی ها نشان داده اند که بغیر از ویژگی های ظاهری گیاه میزبان تراکم تخم میزبان در میزان پارازیتسم زنبورهای تریکوگراما موثر است (Tabone et al. 2010). به عنوان مثال، رابطه مثبتی بین میزان پارازیتسم زنبور *Trichogramma ostrinae* و تخم ساقه خوار اروپایی ذرت، *Ostrinia nubilalis* وجود دارد به طوری که نسبت پارازیتسم با تراکم تخم های میزبان افزایش می یابد.

مشاهدات میدانی حاکی است که رهاسازی زنبور های تریکوگراما تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله بندپایان شکارگر تخم های پارازیت بر روی تریکوکارت ها قرار می گیرد. تاکنون، مطالعات انگشت شماری تاثیر شکارگر ها بر نرخ ظهور زنبور تریکوگراما از تریکوکارتها را در مرحله رهاسازی بررسی کرده اند. به عنوان مثال، الرشدی و وجله (Al Rouechdi and Voegele, 1981) گزارش کردند که پس از نصب تریکوکارت ها بر روی گیاهان به علت پدیده شکارگری تعداد قابل ملاحظه ای از زنبورها قبل از تفریح و ظهور زنبور های بالغ نابود شدند. همچنین، بنتو و همکاران (Bento et al., 1998) و بنتو (Bento, 1999) کاهش کارایی زنبور تریکوگراما (*T. cacoeciae*) را ناشی از فعالیت شکارگرها اعلام کردند. بر اساس گومز و همکاران (Gomez et al., 1998) مورچه ها از مهمترین شکارگر های تخم های پارازیت شده بید غلات بوده و بدین

ترتیب باعث کاهش کارایی کنترل بیولوژیک می شوند. سو و همکاران (Suh et al., 2000) نیز کارایی پایین گونه *T. exiguum* در کنترل آفات پنبه را ناشی از فعالیت مورچه ها در مورد تخم های پارازیت شده طی رهاسازی تریکوگراما اعلام کردند. پیرا و همکاران (Pereira et al., 2000) اثرات مخرب شکارگر ها روی گونه *T. cacoeciae* عامل بیوکنترل بید زیتون در پرتغال را ارزیابی کرده و گزارش کردند که بالغ بر ۹۹ درصد شکارگرهای تخم های پارازیت رهاسازی شده مورچه ها هستند. کرگونتیل و همکاران (Kergunteuil et al., 2013) در تحقیقی در کشور اروگوئه بر روی کاهش تاثیر مخرب شکارگر ها بر نرخ ظهور زنبور های تریکوگراما از تریکوکارتهای، دو گونه مورچه را مسئول تخریب و نابودی تخم های پارازیت شده دانسته و با تغییراتی در بسته بندی واحد های رهاسازی تا حدودی تاثیر مورچه ها را کاهش دادند.

با توجه به اینکه تاکنون در ایران هیچ تحقیقی بر روی شناسایی و میزان تاثیر شکارگر های تخم های پارازیت شده در مرحله نصب تریکوکارتهای و رهاسازی زنبور ها برای کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار انجام نشده است تحقیق حاضر بر آنست تا ضمن شناسایی شکارگر های تخم های پارازیت شده روی تریکوکارتهای در مرحله رهاسازی، میزان تاثیر گروه غالب آنها را بر نرخ ظهور زنبورهای تریکوگراما در مرحله رهاسازی برآورد کند.

## مواد و روش ها

تحقیق حاضر در یک باغ انار به وسعت دو هکتار در روستای حوض سرخ از توابع بخش مرکزی شهرستان تربت حیدریه در استان خراسان رضوی انجام شد. برای جمع آوری شکارگرهای تخم های پارازیت شده بر روی تریکوکارتهای از اوایل اردیبهشت تا اوایل تیرماه ۱۳۹۹ در هر ده روز یک بار رهاسازی زنبور تریکوگراما، مراحل بالغ و نابالغ شکارگر های فعال روی تریکوکارتهای نصب شده روی درخت های انار جمع آوری و به آزمایشگاه جهت پرورش و یا شناسایی منتقل می شدند. نمونه های جمع آوری شده با استفاده از منابع در دسترس تا حد امکان شناسایی شدند. تعیین هویت قطعی گونه های مورچه که به لحاظ تنوع گونه ای و فراوانی گروه غالب شکار ها بودند با ارسال نمونه هایی برای پروفیسور نیهات اکتاج (ترکیه دانشگاه تراکیا) انجام شد.

در این مطالعه گونه *Trichogramma brassicae* Bezdenko به عنوان عامل کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار استفاده شد که بصورت تریکوکارتهای از آزمایشگاه کنترل بیولوژیک اداره حفظ نباتات شهرستان مشهد تهیه می شد. این زنبور در انسکتاریم اداره حفظ نباتات روی بید غلات [*Sitotroga cerealella* (Olivier)] به عنوان میزبان واسط پرورش می یافت. با توجه به تعداد عوامل و سطوح مورد مطالعه، آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل: الف- دسترسی مورچه (در دو سطح دسترسی و عدم دسترسی) و ب- ارتفاع نصب تریکوکارتهای از سطح زمین (در دو سطح، ارتفاع ۸۰ و ۱۵۰ سانتیمتر از سطح زمین) بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار برای هر تیمار در هر نوبت رهاسازی انجام شد. در هر نوبت رهاسازی زنبور ۶۰ عدد تریکوکارتهای و در مجموع ۶ نوبت رهاسازی ۳۶۰ تریکوکارتهای استفاده شد. برای مقایسه اثر مدت در معرض مورچه ها بودن بر تلفات تخم ها روی تریکوکارتهای، تعداد تخم های شکارشده از روی تریکوکارتهای توسط مورچه ها ۲۴

و ۴۸ ساعت پس از نصب تریکوکارت ها، با شمارش تعداد تخم های باقی مانده و بقایای تخم های تفریح شده بر روی هر تریکوکارت مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ایجاد شرایط عدم دسترسی مورچه ها به تخم های پارازیت شده بر روی تریکوکارتهای سطح سیم فلزی مورد استفاده برای آویزان کردن تریکوکارتهای از شاخه درختان با لایه ای از گریس پوشانده می شد. در مورد تیمار شاهد (دسترسی آزاد) از گریس استفاده نمی شد.

## تجزیه و تحلیل آماری

داده ها بر اساس طرح آماری فاکتوریل دو عاملی در پایه کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار JMP (Version 4) تجزیه و تحلیل شدند. اختلاف بین میانگین ها با آزمون دانکن مقایسه و برای رسم نمودار ها از نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ استفاده شد.

## نتایج و بحث

### ترکیب گونه ای شکارگر های فعال روی تریکوکارت ها

در نمونه برداری هایی که در فصل زراعی از شکارگر های فعال روی تریکوکارت های نصب شده روی درختان انار در باغ مورد مطالعه انجام گرفت مجموعاً ۱۲۵ عدد شکارگر شامل شش گونه مورچه، یک گونه گوش خیزک، یک گونه سن (*Geocoris* sp., Geocoridae) و یک گونه عنکبوت بشرح جدول یک از روی تریکوکارت های نصب شده روی درختان انار مورد مطالعه جمع آوری و شناسایی شد. در بین آنها، مورچه ها از نظر تنوع گونه ای و فراوانی گروه غالب بودند. نمونه های مستند در گروه گیاهپزشکی دانشگاه فردوسی و تعدادی از مورچه ها در مجموعه شخصی پروفیسور نیهات اکتاچ (دانشگاه تراکیا، ترکیه) نگهداری می شوند.

جدول یک- ترکیب گونه ای و فراوانی شکارگر های فعال بر روی تریکوکارت های نصب شده در باغ انار مورد مطالعه در تربت حیدریه سال ۱۳۹۹.

Table 1. Species composition and abundance of active predators found on trichocards installed in the study orchard of pomegranate in Torbat-e-Heydarieh in 2020.

فراوانی (درصد) Abundance (%)	نام علمی Scientific name	شکارگر (راسته / خانواده) Predator (Order/family)	ردیف No
38.4	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)	بال غشائیان (Formicidae)	1
23.2	<i>Crematogaster subdentata</i> Mayr, 1877	بال غشائیان (Formicidae)	2
16.5	<i>Tapinoma erraticum</i> (Latreille, 1798)	بال غشائیان (Formicidae)	3
5	<i>Tapinoma karavaievi</i> Emery, 1925	بال غشائیان (Formicidae)	4
4.2	<i>Lepisiota frauenfeldi</i> (Mayr, 1855)	بال غشائیان (Formicidae)	5
3.7	<i>Camponotus sanctus</i> Forel, 1904	بال غشائیان (Formicidae)	6
1.7	<i>Forficula auricularia</i> L.	گوش خیزک ها (Forficulidae)	7
3	<i>Geocoris</i> sp	خرطوم مفصلیها (Geocoridae)	۸
۲,۴	Not identified	عنکبوت ها (Araneae)	9



## تأثیر دسترسی مورچه‌ها به تریکوکارت‌ها و ارتفاع نصب بر تلفات زنبورهای تریکوگراما

آنالیز واریانس نشان داد که هر دو عامل (دسترسی و ارتفاع نصب تریکوکارت) بطور معنی داری بر تلفات تخم‌ها روی تریکوکارتهای توسط مورچه‌ها تأثیر دارند. به علاوه، اثر متقابل دو عامل نیز معنی دار بود. به عبارتی اثر سطوح عامل دسترسی در سطوح عامل ارتفاع نصب یکسان نبود (جدول دو). در این آزمایش سطح دسترسی مورچه‌ها به تریکوکارت در هر دو ارتفاع نصب میزان تلفات تخم‌ها بر روی تریکوکارت‌ها را افزایش داد. از آنجایی که در آمار برداری‌ها، کارت‌های شمارش شده در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از نصب حذف می‌شدند اثر زمان بر تلفات در این مطالعه قابل مقایسه نبوده و در آنالیز لحاظ نشد.

جدول دو- خلاصه نتایج تجزیه واریانس تأثیر دسترسی مورچه‌ها و ارتفاع نصب بر تلفات تخم‌ها روی تریکوکارت در یک باغ انار در تربت حیدریه سال ۱۳۹۹.

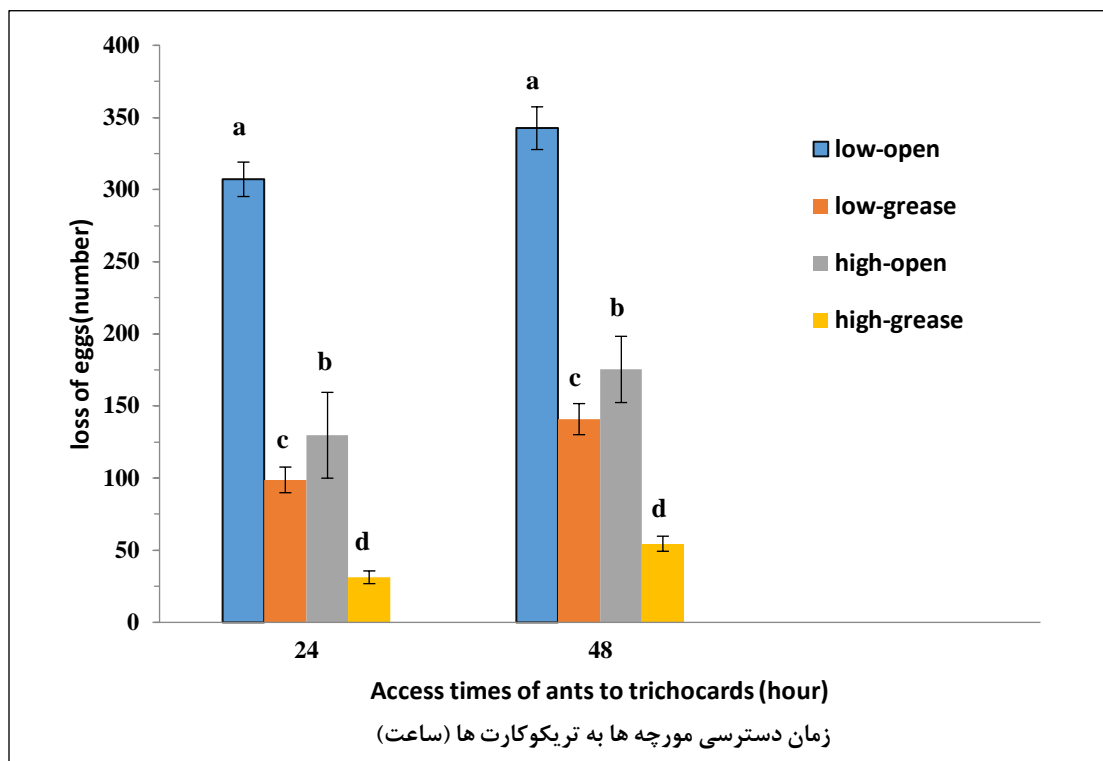
**Table 2. Summary of ANOVA results of the effects of accessibility of ants and the height of installation on egg losses in a pomegranate orchard, Torbat-e-Heidarieh 2020.**

دسترسی * ارتفاع	ارتفاع	دسترسی	منبع تغییر Source of variation
Accessibility * Height	Height	Accessibility	زمان دسترسی Access time
$F_{df=1} = 18.06 ***$	$F_{df=1} = 113.29 ***$	$F_{df=1} = 771.04 ***$	24 h
$F_{df=1} = 131.09 ***$	$F_{df=1} = 33.11 ***$	$F_{1,16} = 205.09 ***$	48 h

\*\*\* $p < 0.0001$

همان طوری که در شکل یک نشان داده شده است ۲۴ ساعت پس از نصب تریکوکارت‌ها، تلفات تخم‌ها توسط مورچه‌ها بر روی تریکوکارتهای در دسترس (با میانگین  $383 \pm 35$ ) بیشتر از تریکوکارت‌های با عدم دسترسی مورچه‌ها (با میانگین  $72/5 \pm 35$ ) بود. نتایجی مشابه با روند فوق در آمار برداری از تلفات تخم‌ها روی تریکوکارتهای ۴۸ ساعت پس از نصب آنها روی درختان انار نیز مشاهده گردید. بطورکلی، این آزمایش نشان داد که صرف نظر از زمان آمار برداری، میزان

تلفات تخم‌های روی تریکوکارت‌های با عدم دسترسی آزاد مورچه‌ها (سیم فلزی تریکوکارت به گریس آغشته شده بود) به شکل معنی‌داری کمتر از میزان تلفات تخم‌ها روی تریکوکارت‌های با دسترسی آزاد مورچه‌ها (سیم فلزی تریکوکارت بدون گریس) بود (شکل یک).



شکل یک- تاثیر دسترسی و عدم دسترسی مورچه‌ها به تریکوکارت‌ها بر تلفات تخم‌های پارازیت شده در زمان‌های مختلف دسترسی مورچه‌ها در باغ انار در روستای حوض سرخ بخش مرکزی تربت حیدریه در سال ۱۳۹۹.

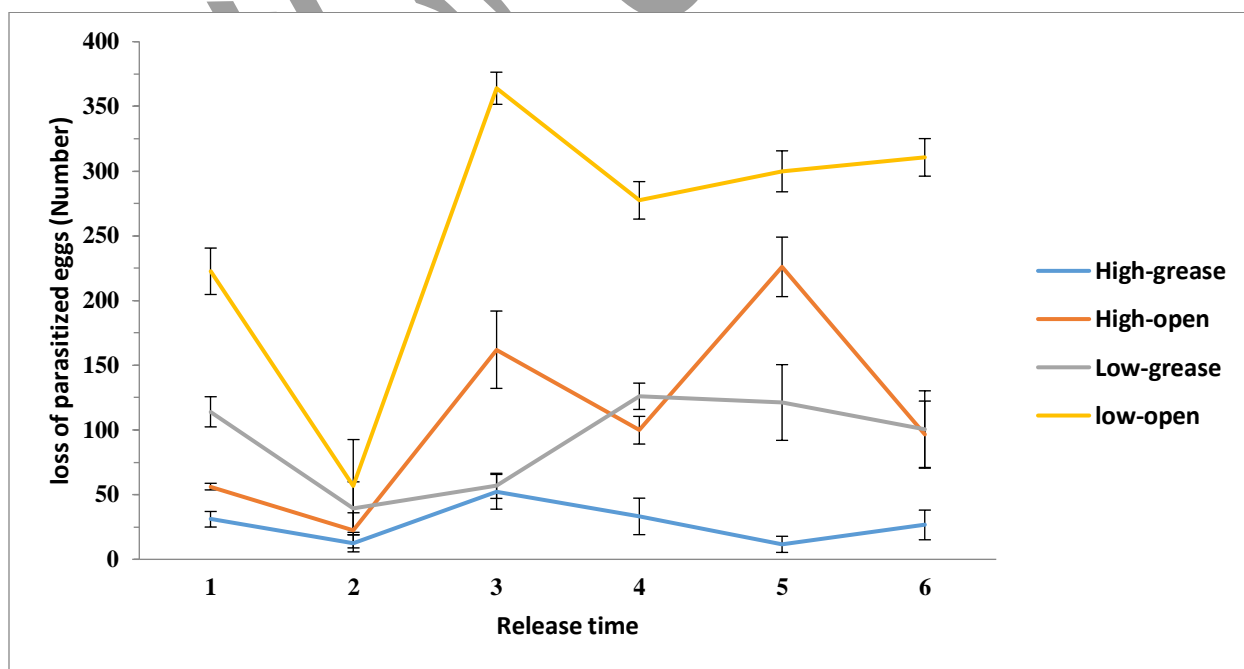
Fig.1- Effect of accessibility of ants to trichocards on losses of parasitized eggs in different periods of accessibility in a pomegranate orchard in Hoz-e- Sorkh Village, central district of Torbat-e-Heidarieh in 2020.

ارتفاع نصب تریکوکارت‌ها بر روی درختان انار بر میزان تلفات تخم‌ها توسط مورچه‌ها بر روی تریکوکارت‌ها تفاوت معنی‌دار داشت. در آمار برداری ۲۴ ساعت پس از نصب تریکوکارت‌ها، میانگین تلفات در شرایط ارتفاع بالا ( $287/4 \pm 35/4$ ) بیشتر از میانگین تلفات در ارتفاع پائین ( $168/3 \pm 34/5$ ) بود. همچنین، در آمار برداری از تلفات تخم‌ها بر روی تریکوکارت‌ها، ۴۸ ساعت پس از نصب آنها نیز میانگین تلفات در ارتفاع بالا ( $269/6 \pm 11/7$ ) بیشتر از میانگین تلفات در ارتفاع پائین ( $174/2 \pm 11/7$ ) بود.

در این آزمایش اثر سطوح عامل دسترسی در سطوح عامل ارتفاع نصب یکسان نبود (جدول دو). در هر دو نوبت آماربرداری از تلفات تخم ها ( ۲۴ و ۴۸ ساعت) پس از نصب تریکوکارت ها، در شرایط دسترسی مورچه ها به تریکوکارت ها، تلفات تخم ها در ارتفاع بالا بیشتر بود. در حالیکه در شرایط عدم دسترسی تلفات تخم ها در ارتفاع پائین بیشتر بود.

### تلفات تخم‌های پارازیت شده در نوبت‌های مختلف رهاسازی

روند تلفات زنبور تریکوگراما بعلت شکارگری مورچه‌ها بر روی تخم‌های پارازیت شده، ۲۴ ساعت پس از نصب تریکوکارت‌ها در شش نوبت رهاسازی زنبور تریکوگراما علیه کرم گلوگاه انار در باغ منتخب در روستای حوض سرخ در بخش مرکزی تربت حیدریه در سال ۱۳۹۹ نشان داد که میانگین تلفات تخم‌های روی تریکوکارت‌ها توسط مورچه‌های شکارگر در شرایط ارتفاع پائین و دسترسی آزاد مورچه‌ها در طی شش نوبت رهاسازی زنبور تریکوگراما در باغ انار مورد مطالعه بیشتر از سایر تیمارها بود (شکل ۲). در این مطالعه، کمترین تلفات زنبور بعلت شکارگری مورچه‌ها بر روی تریکوکارت‌ها در تیمار ارتفاع بالا و شرایط عدم دسترسی مورچه‌ها ثبت شد. همانطوری که در شکل ۲ مشاهده می شود این روند در نوبت های بعدی رهاسازی نسبتا ثابت باقی ماند. علت کاهش تلفات تخم های پارازیت شده روی تریکوکارت ها در نوبت دوم رهاسازی در این مطالعه، احتمالا ناشی از وزش باد و بالطبع فعالیت و فراوانی کمتر مورچه ها همزمان با نوبت دوم نصب تریکوکارت‌ها بوده است.



شکل ۲- روند تلفات تخم های روی تریکوکارتها ۲۴ ساعت پس از نصب تریکوکارت ها در نوبت های مختلف رهاسازی زنبور تریکوگراما در یک باغ انار در روستای حوض سرخ در بخش مرکزی تربت حیدریه در سال ۱۳۹۹.

Fig. 2- Trend of parasitized egg losses in trichocards after 24 hours of installation in a pomegranate orchard located in Hoze Sorkh village, Central district of Torbat-e-Heidarieh in 2020.

مطالعه حاضر اثرات منفی ناشی از دسترسی شکارگرها بخصوص مورچه ها به تریکوکارت ها را بر کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار توسط زنبور تریکوگراما را نشان داد. نتایج مطالعات ما به وضوح نشان داد که مورچه ها و سایر شکارگرها درصد قابل توجهی از تخم های پارازیت شده توسط زنبور تریکوگراما روی تریکوکارت ها را تخریب می کنند و بنابراین باعث کاهش جمعیت و بالطبع کاهش کارایی این پارازیتوئید تخم می شوند. روند تاثیر منفی شکارگری روی تریکوکارتها در تمام تیمارها با گذشت زمان از تاریخ نصب تریکوکارتها افزایش یافت. میزان تلفات در تریکوکارت های تعبیه شده با گریس به شکل معنی داری کمتر از تریکوکارت های بدون گریس بود. در این مطالعه عامل ارتفاع نصب تریکوکارت ها نیز تاثیر معنی داری در میزان تلفات زنبورهای تریکوگراما نشان داد. بطوریکه در ارتفاع بالا در هر دو حالت (سیم آویز تریکوکارت آغشته به گریس و بدون گریس) در زمان های مختلف، میزان تلفات زنبورهای تریکوگراما کمتر بود. این یافته با نتایج دیگر محققان نظیر گیتا و بلاک ریشنان (Geetha and Balakrishnan, 2011) مطابقت دارد. بر اساس ارزیابی های مطالعه اخیر، پارازیتیسیم ناشی از زنبور های پارازیتوئید رهاسازی شده در مزارع حاصل می شود، می تواند توسط عوامل مختلف و شکارگرهای عمومی نظیر مورچه ها و عنکبوت ها مختل و کارایی عوامل کنترل بیولوژیک رهاسازی شده تحت تاثیر قرار گیرد. با توجه به نتایج محدود مطالعات منتشر شده بدون شک مورچه ها از عوامل مخرب در برنامه های رهاسازی زنبور های پارازیتوئید علیه آفات بوده و ارزیابی میزان تاثیر گذاری و شناخت گونه های دخیل در این امر در هر منطقه و در هر برنامه کنترل بیولوژی گام مهمی برای یافتن راهکار کاهش این نقش مخرب می باشد.

## نتیجه گیری

باتوجه به نتایج این تحقیق، برای حفظ تریکوکارتها از حمله شکارگرها بخصوص مورچه ها و تقلیل خسارت ناشی از آن ها، لازم است رهاسازی زنبور تریکوگراما بنحوی برنامه ریزی گردد که حداکثر خروج زنبورها در بازه زمانی کمتر از ۲۴ ساعت اولیه پس از نصب تریکوکارت ها اتفاق افتد و تریکوکارت ها با استفاده از سیم های فلزی آغشته شده به گریس و ترجیحا در ارتفاع بالاتر (۱۵۰ سانتیمتر بالاتر از سطح زمین) نصب شوند.

## سپاسگزاری

نگارندگان از کلیه افرادی که در اجرای این پژوهش آنها را یاری کردند بویژه مسئولین محترم اداره حفظ نباتات مشهد، دانشجویان کارورز که در آمار برداری کمک نمودند ، آقای پروفیسور نیهات اکتاچ که نمونه های مورچه ها را شناسایی کرد تشکر و قدردانی می نمایند. نتایج این مقاله قسمتی از تز کارشناسی ارشد نگارنده اول است که در دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

نسخه پیش انتشار

## References

- Al Rouechdi, K. and Voegele, J., 1981. Prédation des trichogrammes par les chrysopides. *Agronomie*, 1(3), pp.187-190.
- Bento, A., 1999. Contribuição para o estabelecimento de um programa de protecção integrada contra a traça da oliveira, *Prays oleae* (Bern.) em Tra´s-os-Montes. Dissert. Dout. Eng. Agric. UTAD, Vila Real, p. 277.
- Bento, A., Torres, L. and Lopes, J. 1998. Resultados da utilização de *Trichogramma cacoeciae* March. Contra a geração carpo´faga de *Prays oleae* (Bern.) em Tra´s-os-Montes. *Revista Cieˆncias Agra´rias* 21:207-211.
- Cˆonsoli, F.L. and Parra, J.R.P., 1995. Effects of constant and alternating temperatures on *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym., Trichogrammatidae) biology. I. Development and thermal requirements. *Journal of Applied Entomology*, 119(1-5), pp.415-418.
- Fotouhi, K., Goldansaz, S.H., Amir-Maafi, M., Hosseininaveh, V. & Masoudi-Nejad, A. 2021. Population growth model of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) under field conditions. *Journal of Entomological Society of Iran*, 41 (1): 1-10.
- Geetha, N. and Balakrishnan, R., 2011. Temporal and spatial dispersal of laboratory-reared *Trichogramma chilonis* Ishii in open field. *Journal of Entomology*, 8(2), pp.164-173.
- Gomez, L.A.L., Lastra, L.A.B., Gutierrez, Y. and De Pulido, C.L. 1998. Survey of ants detrimental to *Trichogramma* establishment for sugarcane borer control in the Cauca Valley, Colombia. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft* 356, 35-38.
- Kashkuli A and Eghtedar A. 1975. The study of pomegranate worm in Fars region. *Appl. Ent. Phytopath.* Vol. 41: 21-32.
- Kergunteuil, A., Basso, C. and Pintureau, B., 2013. Impact of two ant species on egg parasitoids released as part of a biological control program. *Journal of Insect Science*, 13(1), p.106.
- Knutson, A., 1998. The *Trichogramma* manual. Bulletin/Texas Agricultural Extension Service; no. 6071.
- Mehrnejad M. R., 1992. An investigation on the carob moth, *Apomyelois ceratoniae* (Zell.), new pest of pistachio nuts in Kerman province. Master of Science thesis, Tehran University, Iran.
- Mirkarimi A. 2000. Biological control of carob moth with mass release of *Trichogramma embryophagum* Hartig for Pomegranate worm control, the *Ectomyelis* (Spectrobates) *ceratoniae* Zell. *Iranian Journal of Agricultural Science* 31: 103-110.
- Pereira, J.A., Bento, A., Cabanas, J.E., Torres, L.M., Herz, A. and Hassan, S.A., 2004. Ants as predators of the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) applied for biological control of the olive moth, *Prays oleae* (Lepidoptera: Plutellidae) in Portugal. *Biocontrol Science and Technology*, 14(7), pp.653-664.

Rahmani M., Reisolsadat M. and Kelarestani K. 1993. Evaluation of no-chemical control results in reduction of the population of pomegranate fruit moth. Proceeding of "the 11<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress". Guilan University. Rasht. P. 192.

Salehnia, N. 2010. A survey on live releasing method of *Trichogramma* wasp in biological struggle with crob moth with respect to decreasing loss and increasing wasp performance and enhancing work efficiency. In Proceeding of National symposium on Pomegranate, Ferdows, 11 and 12 October 2010: 448-494.

Shakeri, M. 1992. First record of *Spectrobates ceratoniae* attack to fig in Iran. *Journal of Plant Pests and diseases*, 60(1&2): 93.

Shakeri M. 2003. Pomegranate Pests and Diseases. Tasbih publication, Yazd, 126 pp. [In Persian]

Shakeri, M. 2004. A review on investigations on pomegranate neck worm in Iran, pp. 18–30. In: A proceeding on evaluation of finding and current problems associated with *Spectrobates ceratoniae* management in pomegranate. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Organization of Research and Education, Yazd Agriculture and Natural Resources Research Center, Iran.

Sharifi, S. 1960. Crob moth. *Bulletin of Gihad-e-Daneshgahi, Fars province*. No. 25, p.16.

Shojaei M, Esmaeili M, Najafi M. 1987. The preliminary studies on pomegranate fruit moth and its integrated control. Proceeding of the 1st study of pomegranate problems in Iran Seminar. Agricultural Faculty of Tehran University, Karaj, P: 149-153. [In Persian].

Suh, C.P.-C., Orr, D.B. and Van Duyn, V. 2000. *Trichogramma* releases in North Carolina cotton: why release fail to suppress Heliothine pests. *Journal of Economic Entomology*. 93 (4): 1137-1145.

Tabone, E., Bardon, C., Desneux, N. and Wajnberg, E., 2010. Parasitism of different *Trichogramma* species and strains on *Plutella xylostella* L. on greenhouse cauliflower. *Journal of Pest Science*, 83(3), pp.251-256.

Venkatesan, T. and Jalali, S.K., 2013. *Trichogrammatids: adaptation to stresses*. In *Biological Control of Insect Pests Using Egg Parasitoids* (pp. 105-125). Springer, New Delhi.

Yusefi, M. and Salehi, L. 2002. Investigation on the efficiency of two species of *Trichogramma* wasps, *Tricogramma embryophagum* and *T.brassicae* in controlling the carob moth. The proceeding of 16<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress. Tabriz University, September 2002. Pp. 43-44.

نسخه پلاس انتشار