Journal of Vegetables Sciences, Spring & Summer 2022, Vol 6, No 11(1), Pages 70-81

doi: 10.22034/iuvs.2022.550521.1199 Article Type: Research Online ISSN: 2676-4822

Comparative Effects of Two Methanolic and Acetonic Extracts of Tomato Leaf on *Bracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae)

Samira Deljavan Anvari[1], Manizheh Jamshidi[2*] and Mohammad Jafarlou[3]

1- M. Sc. Graduted, Department of Plant Protection, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
3- East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Tabriz, Iran

***Corresponding author:** ma.jamshidi@yahoo.com

(**Received:** 12 March 2022 **Revise:** 31 March 2022 **Accepted:** 04 April 2022)

Extended Abstract

1. Introduction: The use of plant extracts is important in integrated pest management programs. Extract is a solution containing all useful plant substance including tannins, mosilajs and essences. Plant extracts can be alternatives for today's pesticides. Pesticides are potentially hazardous to humans, adverse health effects of them often can occur after exposure and are called acute and chronic effects. The negative effects of pesticides are the ability of them to bioaccumulate and biological magnification. Biological control agents are new compounds that can control insect pests without negative effect on environment and food safety. If these plant compounds to be safe for natural enemies in addition to be effectiveness against pests, they will be efficient. Application of Biological control can minimize pesticides exposure and thus reduce hazard of them. Biological control agents are new compounds that can control insect pests without negative effect on environment and food safety. Bracon hebetor Say (Hym: Braconidae) is one of the most important biological control factors on farms, orchards and forests of the country widely perceived to be in nature and can be effective in controlling larvae of leprose winged pests at acceptable economic level.

2. Materials and Methods: This study was done at Tabriz Azad University Iran, during 2018. It was carried out based on complaitly randomized design with five replications and each test comprised a minimum of five log spaced concentrations and water as the control. Two extracts used in this experiment that were methanolic and acetonic extracts of tomato leaf. Extraction was carried out by using methanol and acetone as solvents. Leaves of tomato collected, well washed with distilled water, air dried in shadow then used for extraction. Bioassays were conducted against male and female adults of *B. hebetor*. The level of adult bees' death was registered after 24 hours. The results were registered and the data were analyzed for obtaining LC_{50} and LC_{25} using software SPSS and Probit program. In the following experiment, the sublethal effects of concentration of LC_{25} of the extract on the *B. hebetor* biologic parameters in combination with water were examined. Daily schedules of mortality and fecundity were recorded and used to calculate life table parameters. Variance and standard error were measured using the Jack-knife technique. Analyses of variance and the means were compared by the Tukey test, using SPSS software program, and the figures were drawn by software Excel.

3. Results and Discussion: In this study, response of *B. hebetor*, was studied to acetonic and methanolic extracts of tomato leaf that treated by LC_{25} of extracts and then the life history parameters were compared. The average number of eggs laid and fertility eggs in order to control and metanolic and acetonic extracts 39.49, 46.93, 23.11 and 28.04, 28.67 and 17.33 respectively. The greatest number of offspring produced per female was observed in the treatment of methanolic. The number of eggs laid in acetonic treatment is affected more than other treatments. The Adult longevity of *B. hebetor* in control and treatment with methanol and acetone was 19.5, 19.12 and 18.12 respectively. The highest adult longevity was seen in control and the lowest longevity was seen in acetone. The sex ratio (female / (female+male)) was in control and methanolic and acetonic extracts, respectively 0.55, 0.94 and 0.57. The sex ratio in the methanolic treatment was highest, indicating the female is more in comparison with male oriented, which means less negative effects of methanolic extract. The lowest sex ratio was in control (0.55). The life expectancy of wasps, which were under treatment by acetonic extract, was significantly lower than control and methanolic treatment.

4. Conclusion: Our results detected that the diverse of extracts had different effects on biological parameters of *B. hebetor*. Investigation of sublethal effect of pesticides have a great important in IPM programs. This effect does not demonstrate the insect death, but decrease their populations in next generations. Thus, the evaluation of sublethal effect in insect behavior such as parasitoids is essential for the development of new strategy**.**

Keywords: Integrated pest management, Life table, Parasitoid wasp, Plant extract.

Citation: Deljavan Anvari, S., Jamshidi M. & Jafarlou M. (2022). Comparative effects of two methanolic and acetonic extracts of tomato leaf on Bracon hebetor Say (Hym.: Braconidae). *Journal of Vegetables Sciences*, 11(1), 70-81. doi: 10.22034/iuvs.2022.550521.1199

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0).

دوفصلنامه علمی علوم سبزی‌ها، سال ۶، دوره ۱۱، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۱، صفحات (۸۱-۷۰)

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۲-۲۶۷۶ نوع مقاله: پژوهشی doi: 10.22034/iuvs.2022.550521.1199

مقایسه اثر دو عصاره‌ی متانولی و استونی برگ گوجه‌فرنگی روی زنبور *Bracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae)

سمیرا دلجوان انوری[۱]، منیژه جمشیدی[۲*] و محمد جعفرلو[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه گیاه پزشکی واحد تبریز دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲- استادیار گروه گیاه‌پزشکی واحد تبریز، دانشگاه آزاداسلامی، تبریز، ایران

۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی، تبریز، ایران

[*]نویسنده مسئول: ma.jamshidi@yahoo.com

(**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۰/۱۲/۲۱ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۱/۰۱/۱۱ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۱/۱۵)

چکیده

استفاده از عصاره‌های گیاهی برای کنترل آفات کشاورزی اهمیت زیادی دارد. عصاره‌های گیاهی می‌توانند جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌های رایج امروزی باشند. ترکیبات گیاهی علاوه بر مؤثر بودن علیه آفت اگر برای دشمنان طبیعی هم بی‌خطر باشند، بسیار کارآمدتر خواهند بود. زنبور *Bracon hebetor* (Hym.:Braconidae) یکی از عوامل مهم کنترل بیولوژیک می‌باشد. در این تحقیق اثرات سوء احتمالی عصاره‌های متانولی و استونی برگ گیاه گوجه‌فرنگی روی برخی از فراسنجه‌های زیستی زنبور *B. hebetor* در شرایط آزمایشگاهی (دمای۱±۲۶ درجه سلسیوس ، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی) بررسی گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در مهرماه ۱۳۹۷ در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز انجام شد. زنبورهای بالغ ماده در معرض غلظت LC_{25} عصاره‌ها قرار گرفته و فراسنجه‌های زیستی زنبورهای زنده مانده مطالعه گردید. نتایج این بررسی نشان داد طولانی‌ترین مدت طول عمر (۱۹/۱۲ روز) و بیشترین مقدار باروری در تیمار با عصاره‌ی متانولی (۲۶/۶۷ تخم) به‌دست آمد. بین تیمارهای دو عصاره از نظر نسبت جنسی تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. میزان نرزایی در تیمار استون (۰/۵۷) به‌طور معنی‌داری کمتر از میزان آن در تیمار متانولی (۰/۹۴) بود. امید به زندگی در تیمار استونی به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار متانولی و شاهد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که عصاره‌های گوجه فرنگی اثر معنی‌دار و متفاوت روی ویژگی‌های زیستی زنبور *B. hebetor* داشت؛ بنابراین بررسی اثرات عصاره‌های گوجه فرنگی روی رفتار و زیست‌شناسی دشمنان طبیعی قبل از استفاده از آن‌ها در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات ضروری است.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات گیاهی، جدول زیستی، زنبور پارازیتویید، کنترل تلفیقی.

استناد: دلجوان انوری، س.، جمشیدی، م. و جعفرلو م. (۱۴۰۱). مقایسه اثر دو عصاره ی متانولی و استونی برگ گوجه فرنگی روی زنبور *Bracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae) . *علوم سبزی‌ها*، ۱۱(۱)، ۸۱-۷۰.

حق چاپ:

حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

گیاهان میزبان از طریق متابولیت‌های ثانویه خود نه تنها روی رفتار و رشد حشرات گیاه‌خوار مؤثرند بلکه می‌توانند روی دشمنان طبیعی و در نتیجه توانایی کنترل آن‌ها نیز تأثیر داشته باشند (Kaur *et al*., 2021). متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارای فعالیت‌های زیستی متفاوت، از جمله خواص حشره‌کشی، ضد میکروبی و یا حتی تأثیر روی بعضی فراسنجه‌های زیستی مانند رشد و باروری هستند (Erb & Kliebenstein, 2020). از جمله‌ی متابولیت‌های ثانویه می‌توان به فنولیک اسیدها، فلاونول‌ها، ترپن‌ها، کتون‌ها، ترپنوئیدها، اسیدهای چرب و ترکیبات مشابه دیگر اشاره نمود (Kawakami, 1987)، که نظیر آن‌ها در گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* mill.) در غلظت‌های مختلف وجود دارد (Guil-Guerrero & Rebolloso-Fuentes, 2009). خواص حشره‌کشی عصاره‌ی گوجه‌فرنگی در نتیجه‌ی ترکیبات فنولی است که در همه‌ی بخش‌های این گیاه یافت می‌شود. اثرات منفی عصاره‌ی گوجه‌فرنگی بر روی *Manduca sexta* L.، *Heliothis virescens* Fabricius و *Myzus persicae* Sulzer اثبات شده است (Beltran *et al*., 2015).

امروزه مطالعات در مورد تأثیر عصاره‌ی گوجه‌فرنگی روی آفاتی که به آفت‌کش‌های شیمیایی مقاوم هستند؛ افزایش یافته است (Beltran *et al*., 2015). عصاره‌های گیاهی دارای مزایایی از قبیل خواص حشره‌کشی مطلوب و امکان ثبت آسان‌تر به‌عنوان آفت‌کش برای استفاده روی سبزی‌ها می‌باشند. علاوه بر آن تأکید برنامه‌های مدیریتی آفات بر کاهش هر چه بیشتر مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی در راستای حفظ محیط‌زیست از آلودگی است (Isman, 2006). بررسی‌ها نشان داده است عصاره‌های گیاهی می‌توانند جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌های رایج امروزی باشند (Kaplan *et al*., 2016; Croteau *et al*., 2000). اگر این ترکیبات گیاهی علاوه بر مؤثر بودن علیه آفت، برای دشمنان طبیعی نیز بی‌خطر باشند بسیار کارآمد خواهند بود (Barati *et al*., 2012). چندین گزارش از تأثیر منفی ترکیبات گیاهی روی پارازیتوییدها وجود دارد (Kester & Barbosa, 1991; Vinson & Iwantsch, 1980). بنابراین قبل از بکارگیری این مواد در برنامه‌های کنترل آفات مطالعه اثرات آن‌ها روی دشمنان طبیعی آفت که نقش مهمی در کاهش جمعیت آن دارند ضروری است (Alam *et al*., 2007; Pitarokili *et al*., 2003). از مهمترین زنبورهای پارازیتویید که به‌طور گسترده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌توان به زنبورهای خانواده Braconidae اشاره کرد (Gul & Gulel, 1995). زنبور *Bracon hebetor* Say به‌عنوان یکی از عوامل مهم کنترل بیولوژیک بوده و نقش مهمی در کنترل لاروهای آفات بال پولک‌دار به‌ویژه شب‌پره‌های خانواده Pyralidae و Noctuidae دارد (Kaur *et al*., 2021; Baker & Fabrick, 2000). Asadi و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی اثر چند عصاره‌ی گیاهی روی زنبور *B. hebetor* در شرایط آزمایشگاهی به این نتیجه رسیدند که عصاره‌های گیاهان مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) و شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) کمترین تأثیر سوء را روی زنبور داشتند.

با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت استفاده از ترکیبات گیاهی به عنوان ابزارهای کنترلی جایگزین برای سموم کشاورزی، پژوهش اخیر با هدف ارزیابی تأثیر عصاره‌ی گوجه‌فرنگی بر ویژگی‌های زیستی زنبور براکون انجام شد.

مواد و روش‌ها

پرورش شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Ephestia kuehniella* Zeller

آزمایش در مهر ماه ۱۳۹۷ در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز انجام شد. کلونی اولیه شب‌پره‌ی *E. kuehniella* به‌صورت لارو سن پنج از پرورش‌های موجود در دانشگاه تبریز تهیه گردید و در داخل ظروف پلاستیکی به ابعاد ۴۰×۳۰×۱۰ سانتی‌متر

پرورش داده شد. در داخل هر ظرف یک کیلوگرم آرد گندم ریخته شد و در ادامه ۰/۴ گرم تخم بید آرد به‌صورت یکنواخت روی آرد پخش شد. به‌منظور تأمین تهویه، در قسمت درب ظروف پرورش دریچه‌ای ایجاد و با توری ظریف ۵۰ مش پوشانده شد و در اتاقک پرورش با شرایط دمایی ۱±۲۶ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی نگهداری شد. حشرات کامل پس از خروج، روزانه با استفاده از یک دستگاه آسپیراتور برقی (مدل ۱۷۶۰، ساخت شرکت ماهور) جمع‌آوری و به ظروف تخم‌گیری پلاستیکی منتقل شد. دهانه‌ی بالا و پایین ظروف تخم‌گیری با استفاده از پارچه توری ۱۵ مش پوشانده شد و به صورت وارونه روی صفحه‌ی کاغذی سفید قرار داده شد. تخم‌های ریخته شده بر سطح آن با استفاده از قلم موهر ۲۴ ساعت یک‌بار جمع‌آوری و برای تشکیل کلونی جدید مورد استفاده قرار گرفت (Heping *et al*., 2008).

پرورش زنبور *B. hebetor*

کلونی اولیه‌ی زنبور *B. hebetor* از پرورش‌های موجود در انسکتاریوم شهرستان ارومیه تهیه شد. برای پرورش زنبورها از ظروف پلاستیکی به ابعاد ۸×۱۵×۱۰ تحت شرایط دمای ۱±۲۶ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی استفاده شد. به‌منظور تهویه مناسب منفذی به ابعاد ۲/۵×۲/۵ سانتی‌متر در قسمت جانبی تعبیه و روی آن با توری ۳۵ مش پوشانده شد. تغذیه حشرات کامل با لایه نازکی از آب عسل (۱۰ درصد) مالیده شده بر روی نوارهای کاغذی به ابعاد ۵×۳۰ میلی‌متر انجام شد. در داخل هر ظرف پرورش، ۴۰ عدد لارو سن پنجم شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای و ۱۰ عدد زنبور ماده به همراه ۱۰ عدد زنبور نر رهاسازی شده و در اتاقک پرورش با شرایط ذکر شده نگهداری شد. پس از ۲۴ ساعت، زنبورها با استفاده از آسپیراتور برقی خارج و برای انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی استفاده شد (Baker & Fabrick, 2000).

تهیه عصاره‌ی برگ گوجه‌فرنگی

در این آزمایش از دو نوع حلال متانول و استون برای عصاره‌گیری استفاده شد. برای این کار از برگ گوجه‌فرنگی‌های ارگانیک کشت شده در مزارع اطراف شهرستان تبریز استفاده شد. برگ‌ها پس از شسته شدن با آب مقطر، در دمای اتاق ۱±۲۸ درجه سلسیوس و دور از تابش مستقیم نور آفتاب خشک و سپس به‌وسیله دستگاه آسیاب برقی پودر گردید. سپس ۲۰ گرم از پودر را در ظرف شیشه‌ای درب‌دار ریخته و ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال به آن اضافه و اطراف آن با فویل آلومینیومی پوشانده شد تا از تابش نور آفتاب جلوگیری شود. در ادامه داخل ظرف یک مگنت انداخته و به‌مدت یک ساعت روی دستگاه همزن (مدل IKA RH basic 2، ساخت شرکت پویا صنعت رشنو) با سرعت ۵۰۰ دور در دقیقه گذاشته شد. عصاره را داخل قیف روی کاغذ صافی ریخته تا از تفاله گیاهی جدا شود. بعد از استحصال عصاره رویی دوباره ۲۰ میلی‌لیتر حلال روی تفاله ریخته و به‌مدت یک ساعت روی دستگاه همزن با سرعت ۵۰۰ دور در دقیقه گذاشته و عصاره آن گرفته شد. عصاره به‌دست آمده توسط دستگاه تقطیر در خلاء و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه تغلیظ و به حجم ۳۰ میلی‌لیتر رسید و در ظروف تیره‌رنگ نگهداری شد (Kesmati *et al*., 2006).

زیست‌سنجی

برای زیست‌سنجی حشرات بالغ از روش تماسی استفاده شد. بدین صورت که زنبورهای ۴۸ ساعته مورد آزمایش در زیست‌سنجی تماسی، عصاره‌های متانولی و استونی را از طریق تماس با کاغذ صافی دریافت کردند. برای زیست‌سنجی تماسی از پتری‌دیش به قطر شش سانتی‌متر استفاده شد و مقدار ۱/۵ میلی‌لیتر از غلظت‌های تهیه شده با کمک سمپلر روی کاغذ صافی کف پتری ریخته شد. پس از خشک شدن کاغذ صافی

در هر یک از آن‌ها تعداد ۲۰ عدد حشره کامل نر و ماده قرار گرفت، در تیمار شاهد نیز بسته به نوع حلال ۱/۵ میلی‌لیتر از حلال را ریخته سپس در آن را به‌مدت دو ساعت باز گذاشته تا حلال تبخیر شود. سپس حشرات در آن رهاسازی شد. با استفاده از آزمایش‌های مقدماتی محدوده‌ی غلظت‌ها مشخص شد. در آزمایش‌های اصلی از غلظت‌هایی با فواصل لگاریتمی استفاده شد و میزان تلفات پس از ۲۴ ساعت ثبت شد. پس از ثبت نتایج، مقادیر LC_{50} و LC_{25} با استفاده از برنامه پروبیت نرم‌افزار SPSS (ver. 16) محاسبه شدند.

اثرات زیرکشندگی

پس از انجام آزمایش‌ها زیست‌سنجی و تعیین غلظت کشنده‌ی ۵۰ درصد جمعیت (LC_{50})، اثرات زیرکشندگی عصاره‌ها روی فراسنجه‌های زیستی زنبور *B. hebetor* بررسی شد. برای این منظور ۱/۵ میلی‌لیتر از غلظت معادل LC_{25} عصاره‌ها توسط سمپلر روی کاغذ صافی داخل ظروف پتری ریخته شد سپس ۴۰ عدد زنبور ماده با طول عمر حداکثر ۴۸ ساعت در معرض غلظت LC_{25} هر یک از عصاره‌ها و آب مقطر برای گروه شاهد قرار داده شد. بعد از ۲۴ ساعت ۱۶ عدد زنبور زنده مانده برای هر تیمار انتخاب گردید. هر زنبور به همراه یک عدد حشره نر داخل پتری‌دیش حاوی هشت عدد لارو سن پنج شب‌پره مدیترانه‌ای آرد جهت تخم‌ریزی انتقال داده و در اتاقک پرورش با شرایط ذکر شده نگهداری شد. در داخل پتری‌دیش برای تغذیه حشرات زنبور نوار کاغذی آغشته به عسل تعبیه گردید. روی درپوش ظروف سوراخی جهت تهویه که توسط توری ۳۵ مش پوشانده شده بود ایجاد شد. ظروف مذکور با شروع تخم‌ریزی افراد زنبور به‌طور روزانه با پتری‌دیش‌های جدید که حاوی لاروهای سالم میزبان بودند تعویض شد، این عمل تا زمان مرگ زنبور ادامه یافت. بررسی به‌صورت روزانه انجام و ثبت شد. این عمل تا زمان ظهور حشرات کامل و یا اطمینان از مرگ شفیره‌ها ادامه یافته و از داده‌های به‌دست آمده در تحلیل فراسنجه‌های زیستی استفاده شد (Carey, 2001).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده جدول زندگی ویژه سنی هر یک از ۱۶ زنبور تشکیل و تجزیه شد (Carey, 2001). آزمایش‌های زیست‌سنجی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با پنج تکرار بود. آزمون نرمال بودن داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و آزمون Kolmogrov, Smirnov انجام شد. تجزیه‌ی آماری و مقایسه‌ی میانگین داده‌ها بر اساس آزمون توکی با استفاده از نرم‌افزار SPSS و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش زیست‌سنجی به‌صورت تماسی بر روی حشرات کامل *B. hebetor* در جدول ۱ آمده است. مطابق آن مقدار LC_{50} عصاره‌ی متانولی و استونی گوجه‌فرنگی برای افراد ماده و نر به‌ترتیب ۱/۳۴، ۰/۴۸ و ۶/۵۸، ۵/۴۹ میکرولیتر بر میلی‌لیتر به‌دست آمد. در مقایسه LC_{50}، حشره‌کشی عصاره‌های مورد آزمایش از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را با هم داشتند. دلیل این امر عدم هم‌پوشانی محدوده‌های مقادیر LC_{50} می‌باشد. باتوجه به مقادیر LC_{50} مشخص شد سمیت عصاره متانولی بر روی حشرات نر و ماده حدود ۵ بار بیشتر از سمیت عصاره استونی بود. همسو با این یافته *Yasumi* و همکاران (۱۹۹۱) با بررسی اثر ترکیبات برگ گوجه‌فرنگی بر روی بقای *Thrips palmi* Karny (Thy.: Thripidae) دریافتند که عصاره متانولی برای حشرات ماده سمیت بالایی دارد. همچنین مقایسه LC_{50} نشان داد حساسیت حشرات کامل نر به عصاره‌های گوجه‌فرنگی بیشتر از افراد ماده است، به‌عبارت دیگر عصاره‌ها بر روی حشرات کامل نرکشنده‌تر می‌باشند. حساسیت کمتر افراد ماده در مقایسه با افراد نر نسبت به عصاره‌ها می‌تواند به‌علت بالا بودن مقدار توده‌ی چربی در افراد ماده باشد. Guedes و همکاران (۲۰۰۶) اظهار داشتند حشرات مقاوم به ترکیبات آفت‌کش‌ها دارای سلول‌های توده‌ی چربی بزرگ‌تری نسبت به جمعیت حساس بوده و در نتیجه ظرفیت بیشتری برای غیرسمی کردن ترکیبات آفت‌کشی

دارند. همچنین با توجه به این که اکثر حشرات افراد ماده دارای سیتوکروم P_{450} بیشتری نسبت به نرها هستند، در صورت وجود چنین اختلافی بین حشرات نر و ماده در زنبور *B. hebetor*، بیشتر بودن متابولیسم آفت‌کش با منشأ اکسایشی در حشرات ماده می‌تواند بخشی از متحمل‌تر بودن افراد ماده نسبت به افراد نر را توجیه کند. Mahdavi و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی سمیت دیازینون بر روی *B. hebetor* به نتایج مشابهی رسیدند. در این راستا Guedes و همکاران (۲۰۰۶) در مورد حساسیت افراد نر و ماده‌ی زنبور *Diadegma insulare* Cresson به حشره‌کش پرمترین نشان دادند که درصد مرگ و میر در افراد نر بیشتر از افراد ماده‌ی این پارازیتویید است.

جدول ۱- سمیت تماسی عصاره استونی و متانولی گوجه‌فرنگی روی حشرات کامل زنبور *B. hebetor*

Table 1- Oral toxicity of tomato asetonic and methanolic extract on adult of *B. hebetor*

عصاره گوجه‌فرنگی Tomato extract	کل Total	جنس Sex	پروبیت مرگ و میر-غلظت Probit mortality– dose		غلظت‌های کشنده (میکرولیتر در لیتر) Lethal dose (µL ml^{-1})		
			ثابت Constant	شیب±SE Slope±SE	LC_{25}	LC_{50}	LC_{90}
عصاره متانولی Methanolic extract	150	ماده Female	-0.11	0.87 ± 0.30	0.23 (0.1-3.1)	1.34 (1.3-2.3)	39.41 (21.2-49.2)
	150	نر Male	0.392	1.22 ± 0.28	0.13 (0.1-2.8)	0.48 (0.1-1.1)	5.39 (3.2-11.7)
عصاره استونی Asetonic extract	150	ماده Female	-2.88	3.52 ± 0.89	4.23 (2.2-5.8)	6.58 (4.2-12.8)	15.19 (12.2-25.2)
	150	نر Male	-2.77	3.75 ± 0.77	3.63 (2.1-9.3)	5.49 (3.2-9.8)	12.07 (7.2-19.8)

معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

Significance is at the level of one percent probability.

استفاده از آفت‌کش‌ها ممکن است علاوه بر اثرات کشندگی، اثرات زیرکشندگی نیز در حشرات ایجاد کند. اثرات زیرکشندگی در واقع اثرات درازمدت آفت‌کش روی حشره بوده و اغلب به‌صورت اثرات فیزیولوژیکی ظاهر می‌شود. اثرات فیزیولوژیک دزهای زیرکشنده اغلب به‌صورت کاهش زادآوری، کاهش باروری، کاهش طول عمر و تغییر در نسبت جنسی دشمنان طبیعی ظاهر می‌شود (Yin *et al.*, 2008). به‌منظور بررسی اثرات زیرکشندگی آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی از آفت‌کش‌شناسی دموگرافیک استفاده می‌شود که در آن فراسنجه‌های زیستی حشره مورد مطالعه قرار می‌گیرد. آفت‌کش‌شناسی دموگرافیک یک روش دقیق برای ارزیابی تأثیر حشره‌کش‌ها است (Johnes *et al.*, 1998). میانگین تعداد تخم گذاشته شده، تعداد تخم تفریخ شده، طول عمر ماده‌ها و نسبت جنسی نتاج تولید شده توسط زنبور پارازیتویید در شاهد و عصاره‌های متانولی و استونی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- فراسنجه‌های زیستی (میانگین±SE) *B. hebetor* در شاهد و تیمارهای تحت تأثیر عصاره‌ها

Table 2- Biological parameters (Mean±SE) *B. hebetor* in control and treatments under affection extracts

تیمار Treatment	میانگین تعداد تخم‌های گذاشته شده Mean of eggs	میانگین تعداد تخم‌های بارور Mean of fertile eggs	طول عمر ماده‌ها (روز) Adult longevity	نسبت جنسی Sex ratio
شاهد Control	$39.49^{b}\pm 18.15$	$28.04^{ab}\pm 3.06$	$19.5^{a}\pm 1.26$	$0.55^{ab}\pm 1.76$
عصاره متانولی methanolic extract	$46.93^{a}\pm 5.45$	$28.67^{a}\pm 5.62$	$19.12^{ab}\pm 7.32$	$0.94^{a}\pm 6.82^{a}$
عصاره استونی Acetonic extract	$23.11^{c}\pm 1.98$	$17.33^{b}\pm 0.81$	$18.12^{b}\pm 4.11$	$0.57^{b}\pm 0.21$

حروف متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است.
Means with different letter in each column are significantly different at 5% level.

میانگین تعداد تخم‌های گذاشته شده و بارور

زادآوری و باروری، تعداد تخم‌های گذاشته شده و تفریخ شده توسط یک فرد ماده را در طول دوره‌ی زندگی آن نشان می‌دهد (Croft, 1990). باروری عامل اصلی تغییر جمعیت موجودات زنده بوده و به‌عنوان حساس‌ترین شاخص زیستی در تعیین اثرات زیرکشندگی آفت‌کش‌ها به‌کار می‌رود. اغلب آفت‌کش‌ها سبب کاهش باروری در حشرات می‌شوند (Carry, 2001). در تحقیق اخیر مقادیر زادآوری و باروری برای تیمارهای متانولی (به‌ترتیب ۴۶/۹۳ و ۲۸/۶۷) و استونی (به‌ترتیب ۲۳/۱۱ و ۱۷/۳۳) به‌دست آمد. مقایسه میانگین نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ تعداد تخم گذاشته شده یا زادآوری اختلاف معنی‌داری وجود داشت. غلظت زیرکشنده‌ی عصاره استونی تأثیر سوء در تولید نتاج را سبب شد درحالیکه غلظت زیرکشنده‌ی عصاره متانولی زادآوری زنبور *B. hebetor* را افزایش داد. همچنین با توجه به جدول ۱ در تیمار استونی کاهش باروری مشاهده گردید. از لحاظ این فراسنجه بین شاهد و تیمار متانولی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همسو با نتایج به‌دست آمده Ravan و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که تأثیر غلظت زیرکشنده‌ی (LC_{25}) عصاره‌ی گیاه گلپوره (*Teucrium polium* L.) روی شته *Aphis fabae* scopoli باعث افزایش زادآوری این شته شد. دلیل احتمالی این موضوع هورمولیگوزیس (Hormoligosis) است که عبارت از تأثیر مثبت غلظت زیرکشنده‌ی یک ترکیب شیمیایی در تولید تخم می‌باشد. نتایج مشابهی نیز توسط Naseri و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اثرات زیرکشندگی عصاره‌ی دو گونه از گیاه درمنه (*Artemisia Khorassanica* Podl. و *Artemisia Sieberi* Besser) روی فراسنجه‌های زیستی (Lep.: Gelechiidae) *Sitotroga cerealella* Olivier به‌دست آمد.

طول عمر

طول عمر یکی از شاخص‌های مهم کیفی پارازیتوییدها می‌باشد. هرچه طول عمر یک پارازیتویید بیشتر باشد به همان نسبت با میزبان‌های بیشتری مواجه شده و زنبور فرصت بیشتری برای انگلی کردن میزبان خود در اختیار دارد (Suh *et al.*, 2000). مقادیر طول عمر حشرات ماده در شاهد و عصاره‌های متانول و استون به‌ترتیب ۱۹/۵، ۱۹/۱۲ و ۱۸/۱۲ بود. در مقایسه‌ی میانگین‌ها بین شاهد و تیمار متانولی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی میانگین طول عمر حشرات در اثر تیمار با غلظت زیرکشنده‌ی عصاره‌ی استونی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. گزارش‌های زیادی در مورد اثر منفی آفت‌کش‌ها روی طول عمر پازازیتوییدها وجود دارد. تغییر طول عمر با تأثیر روی طول مدت تخم‌ریزی می‌تواند منجر به تغییر دینامیسم جمعیت شود (Desneux *et al.*, 2006). Naseri و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تأثیر غلظت زیرکشنده‌ی عصاره گیاهی *A. Khorassanica* و *A. Sieberi* روی شب‌پره‌ی *S. Cerealella* نشان داد که این عصاره‌ها

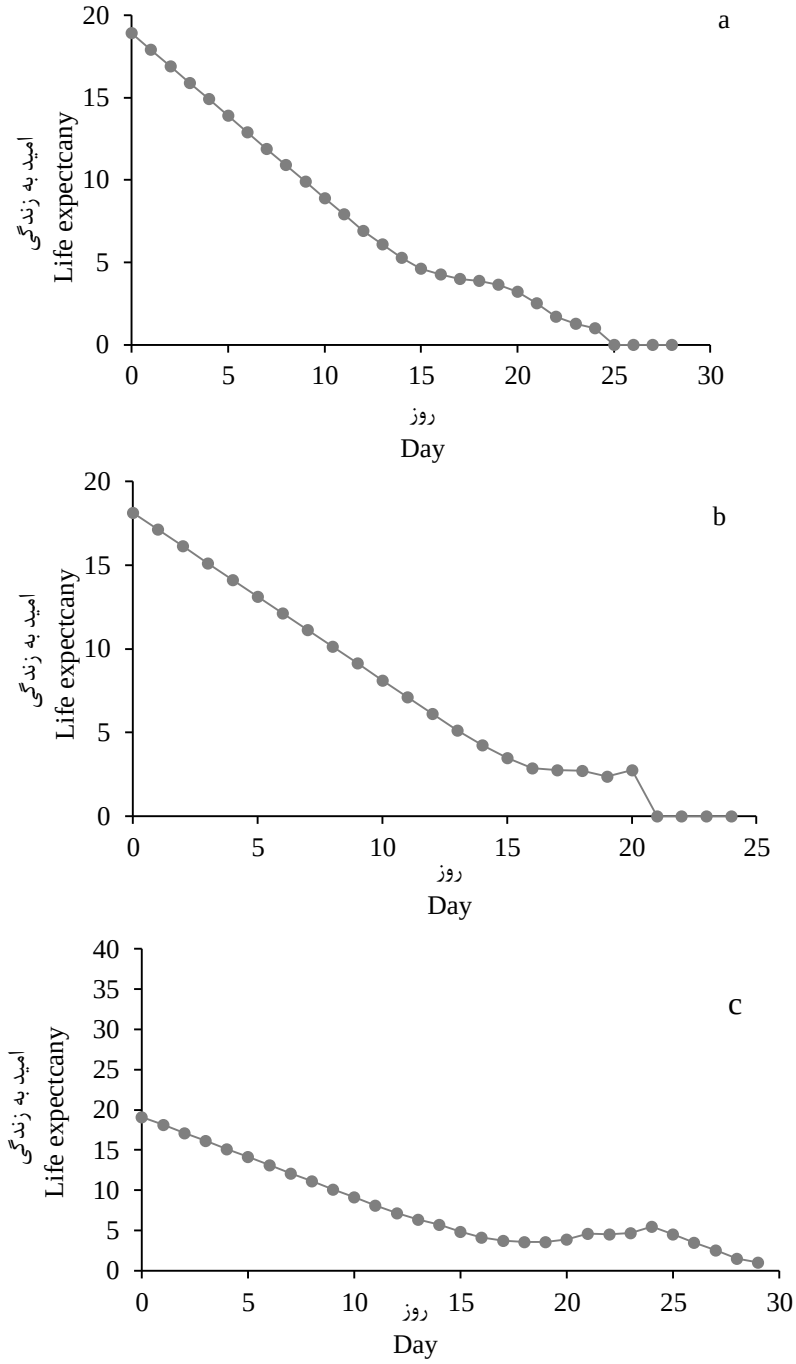
طول عمر حشرات کامل آفت را کاهش داد. Mahdavi و همکاران (۲۰۱۱) اثرات زیرکشندگی چند آفت‌کش را روی *B. hebetor* مطالعه کرده و دریافتند طول عمر حشرات ماده تحت تأثیر آفت‌کش‌ها کاهش یافت. در بررسی‌های آن‌ها طول عمر حشرات کامل در شاهد، آبامکتین، اسپاینوسد، کاربارایل و کلوپاپریفوس به‌ترتیب ۲۸/۶۴، ۲۵/۱۶، ۲۶/۰۸، ۱۲/۳۶ و ۷/۸۸ روز به‌دست آمد که در مورد تیمار شاهد با نتایج این تحقیق هم‌سو نبود. دلیل این امر می‌تواند تأثیر پرورش انبوه روی ویژگی‌های زیستی زنبور باشد (Momenian *et al.*, 2022). نتایج به‌دست آمده توسط Suh و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان داد طول عمر حشرات کامل زنبور تریکوگراما در تیمار با دزهای زیرکشنده‌ی حشره‌کش‌ها کاهش یافت.

نسبت جنسی

تأثیر غلظت‌های زیرکشنده‌ی آفت‌کش‌ها بر روی نسبت جنسی دشمنان طبیعی از طریق تأثیر در باروری تخمک و یا تأثیر متفاوت در بقای جنس‌ها، زمانیکه در مرحله قبل از بلوغ در معرض آفت‌کش قرار می‌گیرند، صورت می‌پذیرد. نسبت جنسی، میانگین نسبت نتاج نر بر کل نتاج نر و ماده بوده و ممکن است در تیمار دشمنان طبیعی با دزهای زیرکشنده‌ی آفت‌کش‌ها، به‌صورت‌های متفاوتی تحت تأثیر قرار گیرد (Croft, 1990). نسبت جنسی شاخصی است که انحراف آن به سمت ماده‌زایی، از دیدگاه کنترل بیولوزیک مطلوب است (Hassan & Zhang, 2001). مقادیر این فراسنجه در شاهد و تیمارهای متانولی و استونی به‌ترتیب ۰/۵۵، ۰/۹۴ و ۰/۵۷ بود. نتایج این بررسی نشان داد غلظت زیرکشنده‌ی عصاره‌ی متانولی نسبت جنسی زنبور *B. hebetor* را تغییر داد و جمعیت آن را به سمت نرزایی پیش برد. این موضوع به‌دلیل کاهش تولید افراد ماده بازیافت جمعیت را در نسل‌های بعدی کاهش می‌دهد (Croft, 1990). با توجه به اینکه در زنبور *B. hebetor* نرهای دیپلوئید عقیم هستند، بنابراین بالا بودن نسبت جنسی سبب کاهش تولید تخم بارور می‌شود. این موضوع می‌تواند کاهش تعداد تخم بارور را با افزایش نسبت جنسی در تیمار متانولی را توجیه کند. Holloway و همکاران (۱۹۹۹) دلیل افزایش نرزایی بیشتر را به تغییراتی در فیزیولوژی ترکیب اووسیت‌ها با اسپرم‌های ذخیره شده در کیسه‌های اسپرم نسبت دادند. Jamshidi و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند که نسبت جنسی *B. hebetor* در اثر تیمار با آفت‌کش‌ها به سمت نرزایی بیشتر سوق پیدا کرد.

امید به زندگی

در این بررسی امید به زندگی حشرات کامل *B. hebetor* در شاهد و تیمارهای متانولی و استونی به‌ترتیب ۱۴/۸۲، ۱۴/۹۱و ۱۲/۰۳ روز بود. این فراسنجه در تیمار متانولی بیشترین مقدار بود. امید به زندگی بالا به‌طور مستقیم در مدت تخم‌ریزی تأثیر گذاشته و باعث افزایش آن و در نتیجه افزایش انبوهی جمعیت می‌شود. کمترین امید به زندگی در تیمار استونی به‌دست آمد. در هر سه تیمار کاهش منحنی امید به زندگی روند نسبتاً مشابه و یکنواختی داشت. این روند نزولی در عصاره‌ی متانولی در روز ۲۵ و در عصاره‌ی استونی در روز ۲۰ افزایش یافته و سپس روند کاهشی ادامه یافت (شکل ۱).

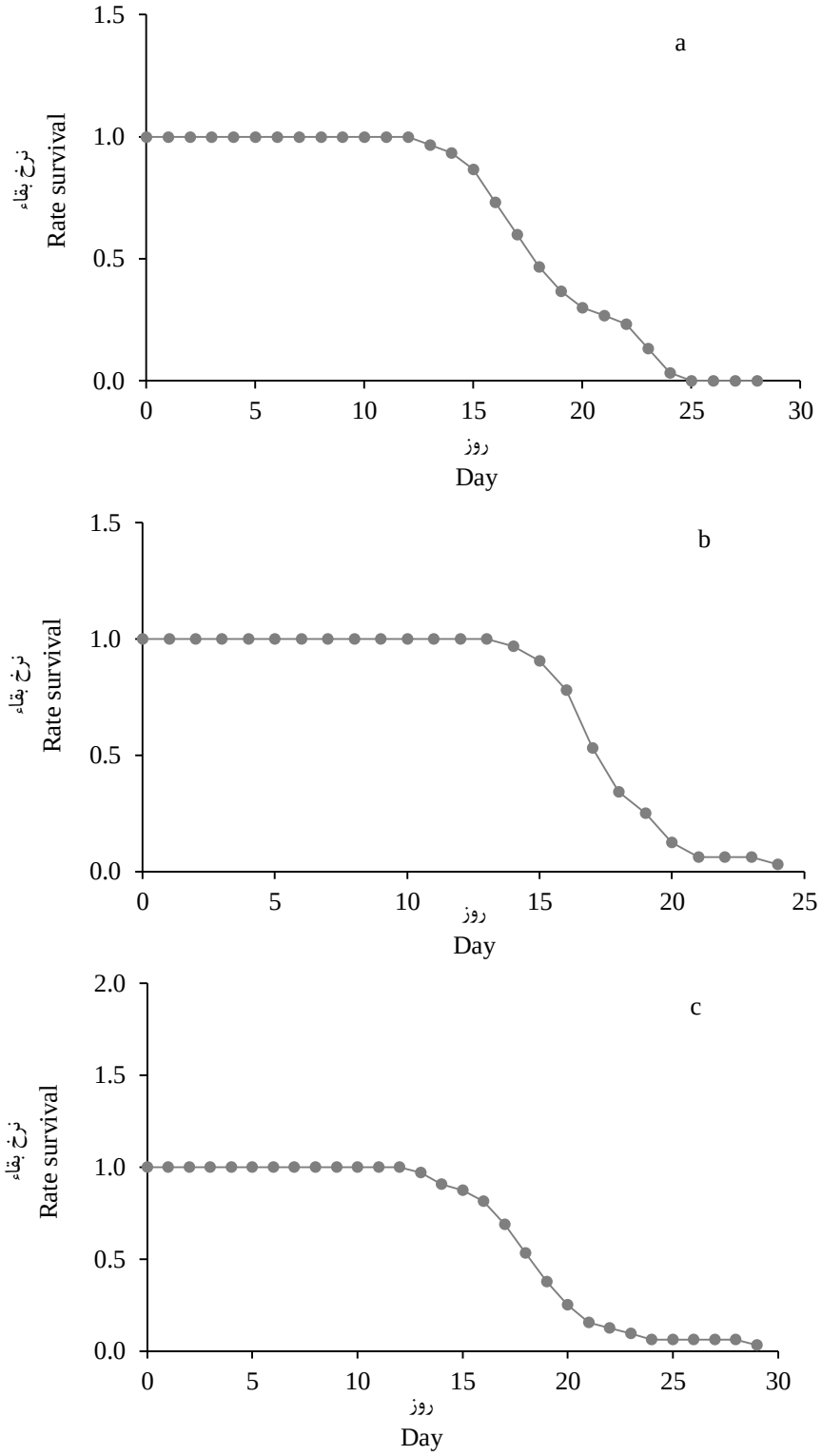


شکل ۱- منحنی‌های امید زندگی زنبور *B. hebetor* در شاهد (a)،تیمارهای استونی(b) و متانولی(c)

Figure 1- Curves life expectancy of *B. hebetor* in control (a), acetonic (b) and methanolic (c) treatments

نرخ بقاء

این فراسنجه برای زنبور در تیمار با غلظت LC_{25} عصاره‌ها در شکل ۲ نشان داده است. منحنی‌های بقاء نشان داد زنبورهای تیمار شده با عصاره‌ی متانولی زنده‌مانی بیشتری دارند. یکی از دلایل آن طول عمر بیشتر افراد زنبور در تیمار با عصاره‌ی متانولی بود. منحنی بقاء در تیمارهای عصاره‌ای به نوع III (مرگ و میر در سنین اول زیاد است) و در شاهد به نوع II (مرگ و میر تقریباً در طول عمر پخش شده است) نزدیک بود.



شکل ۲- منحنی‌های بقای ویژه سنی زنبور *B. hebetor* درشاهد (a)، تیمارهای استونی(b) و متانولی(c)

Figure 2- Curves age-specific survival of *B. hebetor* in control (a), acetonic (b) and methanolic (c) treatments

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به فراسنجه‌های به‌دست آمده در این بررسی مشخص شد که عصاره‌های گیاهی دارای تأثیر یکسانی روی زنبور *B. hebetor* نبوده و می‌توانند به‌صورت‌های متفاوت کارایی و توانایی زنبور پارازیتویید را تغییر دهند. تفاوت در میزان سمیت عصاره‌ها احتمالاً به‌دلیل تفاوت

در حلال‌های مورد استفاده می‌باشد که باعث می‌شود متابولیت‌های متفاوتی از گیاهان مورد نظر استخراج شود. بنابراین تکوین برنامه مدیریت تلفیقی آفات با استفاده از ترکیبات گیاهی نیاز به آگاهی از تأثیر آن‌ها روی دشمنان طبیعی آفت دارد.

سپاسگزاری

این پژوهش بخشی از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته حشره‌شناسی کشاورزی نویسنده اول بوده و نگارندگان بر خود وظیفه می‌دانند که از حمایت‌های مادی و معنوی معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد واحد تبریز تشکر و قدردانی نمایند.

References

- Alma, M. H., Ertas, M., Nitz, S. & Kollmannsberger, H. (2007). Chemical composition and content of essential oil from the bud of cultivated Turkish clove (*Syzygium aromaticum* L.). *BioResources*, 2(2), 265-269.
- Asadi, M., Nouri-Ganbalani, G., Rafiee-Dastjerdi, H., Vahedi, H., Hassanpour, M. & Naseri, B. (2021). Effects of plant essential oils on the changes of digestive enzymes in the ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* Say, with description of its digestive tube. *Arthropod-Plant Interactions*, 15(6), 929-935.
- Baker, J. E. & Fabrick, J. A. (2000). Host hemolymph proteins and protein digestion in larval *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 30(10), 937-946.
- Barati, R., Golmohammadi, G. H., Mansuri, R. & Gobadi, H. (2012). Lethal effects of pesticides on bee pymetrozine and plant some insecticides *Encarsia Formosa* Gahan (Hym: Aphelinidae). *20th Iranian Plant Protection Congress. Shiraz University*. (In Persian)
- Beltran, N. P. S., Cruz, S. R., Chavez, L. A. C., Alvarado, M. I. E., az, J. O., Mata, M. A. L., Sanchez, C. L. D. T., J. Zavala, F. A. & Rios, E. M. (2015). Total phenolic, flavonoid, tomatine, and tomatidine contents and antioxidant and antimicrobial activities of extracts of Tomato plant. *International Journal of Analytical Chemistery*, 2015, 314-321.
- Carey, J. R. (2001). Insect biodemography. *Annual Review of Entomology*, 46(1), 79-110.
- Croft, B. A. (1990). Arthropod Biological Control Agents and Pesticides. *John Wiley and Sons., New York, U. S. A.*
- Croteau, R., Kutchan, T. M. & Lewis, N. G. (2000). In: B. Buchanan, W. Gruissem & R. Jones. (Eds.). Natural products (Secondary metabolites). In Biochemistry & Molecular Biology of Plants. pp (1250-1318). *American Society of Plants Biologists, Rockville*.
- Desneux, N., Ramirez-Romero, R. & Kaiser, L. (2006). Multistep bioassay to predict recolonization potential of emerging parasitoids after a pesticide treatment. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 25(10), 2675-2682.
- Erb, M. & Kliebenstein, D. J. (2020). Plant secondary metabolites as defenses, regulators, and primary metabolites: the blurred functional trichotomy. *Plant Physiology*, 184(1), 39-52.
- Guedes, R. N. C., Oliveira, E. E., Guedes, N. M. P., Ribeiro, B. & Serrao, J. E. (2006). Cost and mitigation of insecticide resistance in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Physiological Entomology*, 31(1), 30-38.
- Guil-Guerrero, J. L. & Rebolloso-Fuentes, M. M. (2009). Nutrient composition and antioxidant activity of eight Tomato (*Lycopersicon esculentum*) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(2), 123-129.
- Gul, M. & Gulel, A. (1995). Parasitoid *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae)'un biyolojisi ve konak larva

buyuklugunun verim ve eşey oranı uzerine etkisi. *Turkish Journal of Zoology*, 19, 231-235.
- Hassan, S. A. & Zhang, W. Q. (2001). Variability in quality of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from commercial suppliers in Germany. *Biological Control*, 22(2), 115-121.
- Heping, W., Ling, M. & Baoping, L. (2008). Effects of feeding frequency and sugar concentrations on lifetime reproductive success of *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control*, 45, 353-359.
- Holloway, A. K., Heimpel, G. E., Strand, M. R. & Antolin, M. F. (1999). Survival of diploid males in *Bracon* sp. near hebetor (Hymenoptera: Braconidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 92(1), 110-116.
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45-66.
- Jamshidi, M., Nouri, G.G., Kazemi, M.H., Shojai, M. & Imani, S. (2014). Investigation of sex ratio and adult longevity of *Habrobracon hebetor*Say in relation to some conventional and biorational insecticides. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 7, 17-23.
- Johnes, M. A. Ciomperlik, M. A. & Wolfenbarger, D. A. (1998). Lethal and sublethal effects of insecticides on two parasitoids attacking *Bemisia argentifolii* (Homo.: Alyrodidae). *Biological Control*, 11, 70-76.
- Kaur, M., Saraf, I., Kumar, R., Singh, I. P. & Kaur, S. (2021). Biological effects of secondary metabolites of Inula racemosa on the parasitoid *Bracon hebetor*. *Entomologia Experimentalis and Applicata*, 169(8), 743-749.
- Kaplan, I., Carrillo, J., Garvey, M. & Ode, P. J. (2016). Indirect plant–parasitoid interactions mediated by changes in herbivore physiology. *Current Opinion in Insect Science*, 14, 112-119.
- Kawakami, K. (1987). The use of an entomogenous fungus *Beauveria brongniartii* to control the yellow spotted logicorn beetle Psacothea hilaris. In *International Seminar in Biological Control. Japon*, 38, 39-50.
- Kesmati, M., Raei, H. & Zadkarami, M. (2006). Comparison between sex hormones effects on locomotor activity behavior in presence of matricaria chamomilla hydroalcholic extract in gonadectomized male and female adult mice. *Iranian Journal of Biology*, 19, 98-108. (In Persian)
- Kester, K. M. & Barbosa, P. (1991). Behavioral and ecological constraints imposed by plants on insect parasitoids: implications for biological control. *Biological Control*, 1(2), 94-106.
- Mahdavi, V., Saber, M., Rafiee-Dastjerdi, H. & Mehrvar, A. (2011). Comparative study of the population level effects of carbaryl and abamectin on larval ectoparasitoid *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control*, 56(6), 823-830.
- Momenian, G., Sarayloo, M. H., Afshari, A., Singh, R., Singh, G., Tiple, A. & Bastan, S. R. (2022). Effect of continuous rearing generations on some biological parameters of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) under insectarium conditions. *Arthropods*, 11, 1-17
- Naseri, B., Abedi, Z., Abdolmaleki, A., Jafary-Jahed, M., Borzoui, E. & Mozaffar Mansouri, S. (2017). Fumigant toxicity and sublethal effects of Artemisia khorassanica and Artemisia sieberi on *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Insect Science*, 17(5), 100-115.
- Pitarokili, D., Tzakou, O., Loukis, A. & Harvala, C. (2003). Volatile metabolites from *Salvia fruticosa* as antifungal agents in soilborne pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(11), 3294-3301.

- Ravan, S., Khani, A. & Sufi, S. (2019). Fumigant toxicity and sublethal effects of *Teucrium polium* essential oil on *Aphis fabae* scopoli A. *Chinese Herbal Medicines*, 11(2), 231-235.
- Suh, C. P. C., Orr, D. B. & Van Duyn, J. W. (2000). Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. *Journal of Economic Entomology*, 93(3), 577-583.
- Vinson, S. B. & Iwantsch, G. F. (1980). Host regulation by insect parasitoids. *The Quarterly Review of Biology*, 55(2), 143-165.
- Yasumi, K., Shinohara, H., Horiike, M. & Hirano, C. (1991). Effect of tomato leaf constituents on survival of *Thrips palmi* KARNY (Thysanoptera: Thripidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 35, 311-316.
- Yin, X. H., Wu, Q. J., Li, X. F., Zhang, Y. J. & Xu, B. Y. (2008). Sublethal effects of spinosad on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Crop Protection*, 27(10), 1385-1391.