Journal of Phytoallexins
Vol. 1, No. 1, Spring & Summer 2024 (Serial 1)

https://gyahpad.shahed.ac.ir/

Fumigant toxicity of essential oil of the Galbanum, *Ferula gummosa* on biological parameters of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae)

Mahsa Kiani [1] | **Jaber Karimi** [2] | **Habib Abbasipour** [3*] | **Alireza Askarianzadeh** [4]

1. *MSc graduated student, Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.*
2. *Assistant professor of Biotechnology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.*
3. *Professor of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.*
4. *Associate professor of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.*

** Corresponding Author Email: Abasipour@shahed.ac.ir*

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 26/11/2023
Accepted: 12/03/2024

Keywords:
Brevicoryne brassicae,
essential oil,
Ferula gommosa,
sublethal concentration,
nymph production deterrent.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Aphids will immediately resist to chemical insecticides, because of high rate of population increase, parthenogenesis and polymorphism. The cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* is one of the most important pests of Brassica crops. Cabbage aphid can be a vector of more than 30 plant viruses, including cauliflower mosaic virus and cabbage ring spot, among these viruses, cauliflower mosaic virus is more important because it is the feeding place of the aphid and the multiplication of the virus in young plant tissues. The yield reduction by this pest in the United States of America, despite the best control methods, has been estimated at 30% and in developing countries such as Turkey, 50% or more (Ruberson, 1999.The cabbage aphid was developed quicker and stronger resistance to increased application of insecticides than any other pests. Hence, in current study, according to the desired effects and harmless essential oils, potential of sublethal doses, LC_{10} and LC_{20} of plant essential oil of *Ferula gommosa* was studied on fertility life parameters and nymph production deterrence of *B. brassicae*.

Cite this article: Kiani, Mahsa; Karimi, Jaber; Abbasipour, Habib & Askarianzadeh, Alireza (2024). Fumigant toxicity of essential oil of the Galbanum, *Ferula gummosa* on biological parameters of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Phytoallexines , 1(1).*

© The Author(s).

Publisher: Shahed University

Materials and Methods: The study was conducted in 25±1ºC, 60±5% RH and 16:8 (L:D) photoperiods in germinator. To conduct experiments on cabbage aphid, Niagara cauliflower variety was used as the host plant. The leaf disc method was used to rear the cabbage aphid colony. The effect of *F. gummosa* plant essential oil in two sublethal concentrations LC_{10} and LC_{20} on the life table parameters of cabbage aphid was evaluated in the form of a completely randomized design in which the treatments included two concentrations and a control treatment (without essential oil) and each treatment was done in 20 replications. The experiment was carried out in the germinator in 25±1ºC, 60±5% RH and 16:8 (L:D)

Journal of Phytoallexins
Vol. 1, No. 1, Spring & Summer 2024 (Serial 1)
https://gyahpad.shahed.ac.ir/

photoperiods. The reproductive life table was set based on the age of the aphid (x), the survival rate of female insects (l_x), the number of female offspring produced by the female at age x, (m_x). Also, parameters including intrinsic population growth rate (r_m), net reproduction rate (R_0), average generation length, population doubling time (DT), finite population growth rate (λ) were also calculated. In addition, the deterrence effect of nymph formation was calculated at sub-lethal concentrations of LC_{10} and LC_{20} for plant essential oil.

Results and Discussion: The results of biometric tests showed that essential oil of galbanum left a lethal effect on the biological parameters of the cabbage aphid. Values for LC_{10}, LC_{20} and LC_{50} were recorded 0.98, 1.86 and 6.31 µl/L air, respectively. The effect of sublethal doses of the essential oil on the fertility life table parameters was significantly ($P\leq0.05$) different from control. The highest effect on the reproductive and birth rates was recorded for LC_{20} and LC_{10} of *F. gommosa*, respectively. Also treatment of LC_{20} and LC_{10} was decreased the mean generation time and increased the doubling time, respectively. According to the obtained results, the highest gross reproduction rate (GRR) equal to 77.67 females per female per day was related to the control treatment. LC_{10} and LC_{20} treatments of *F. gummosa* essential oil have the highest values after the control treatment. According to the obtained results, the control treatment has the highest net reproductive rate (R_0), 71.46 females per female per day, and after that, LC_{20} and LC_{10} treatments of *F. gummosa* essential oil have significantly reduced this rate. Therefore, LC_{20} and LC_{10} concentrations of essential oil respectively have the greatest effect on reducing these parameters. The results of the variance analysis of the growth rates of the cabbage aphid population indicate a significant difference between the treatments. The mean comparison showed that the control treatment with 0.28 females per day had the highest intrinsic rate of population increase, and after that, LC_{20} and LC_{10} treatments of essential oil decreased this parameter on cabbage aphid. Regarding the finite rate of population increase (λ), the control treatment had the highest mean and the *F. gummosa* essential oil LC_{20} treatment had the lowest mean. The highest intrinsic birth rate, intrinsic death rate, and weekly growth rate were related to the control treatment and the lowest related to the LC_{20} essential oil treatment. The highest ratio of birth to death is equal to 1.13 births against one death per female in LC_{20} essential oil treatment and the lowest birth to death ratio is equal to 1.07 births against one death per female in the control treatment. The highest vital event (birth + death) is equal to 7.72 per day per female in the control treatment and the lowest vital event (birth + death) is equal to 3.30 per day per female in the LC_{20} Barijah essential oil treatment. Regarding the nymph production deterrent, there was not significant ($P\leq0.05$) difference between the applied concentrations of the essential oil.

The results of this study showed that *F. gummosa* essential oil has a good effect on cabbage aphid insects. The concentration level (LC_{50}) for essential oil was 31.6 µL/L air. Other studies also obtained the effect of Artemisia and savory essential oils on cabbage aphid after 24 hours, 6.25 and 45.60 µL/L air, respectively, which shows the same effect as *F. gummosa* plant essential oil in this research. Also, in another study that was conducted on cabbage aphid, the LC_{50} of essential oils of *Nepeta cataria*, *Zataria multiflora*, *Trachyspermum ammi*, *Artemisia Siberi* and *Tagetes minuta* were found to be 21, 12, 23, 25 and 21 µL/L air, respectively. It shows the greater effect of *F. gummosa* essential oil tested in this research compared to the above plants. Also, the LC_{50} values of *Calistermon viminalid* and *F. gommosa* essential oils on *Ephestia kuehniella* larvae were obtained by Ghasemi, 2009 as 24.60 and 76.44 µL/L, respectively). Therefore, *F. gummosa* essential oil is more toxic to cabbage ahid than flour moth larvae.

Conclusions: The herbal essential oil of galbanum, *F. gummosa* had a high potential for controlling the cabbage aphid, *B. brassicae* especially in sublethal concentrations.

دوفصلنامه گیاه‌پاد
دوره ۱/ شماره ۱/ بهار و تابستان ۱۴۰۳ (پیاپی ۱)
https://gyahpad.shahed.ac.ir/

سمیت تنفسی اسانس باریجه، *Ferula gummosa* روی پارامترهای زیستی شته مومی کلم، *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae)

مهسا کیانی [۱] | جابر کریمی [۲] | حبیب عباسی‌پور [۳*] | علیرضا عسکریان‌زاده [٤]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.
۲. استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.
۳. استاد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)
٤. دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

* ایمیل نویسنده مسئول: Abasipour@shahed.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۲

واژه‌های کلیدی:
شته مومی کلم،
اسانس باریجه،
غلظت‌های زیر کشنده،
بازدارندگی پوره‌زایی.

چکیده

شته‌ها به علت سرعت بالای رشد و نمو، نرخ بالای افزایش جمعیت، بکرزایی و چند شکلی‌بودن، سریعاً به آفت‌کش‌های شیمیایی مقاوم می شوند. شته مومی کلم، *Brevicoryne brassicae* از آفات مهم گیاهان خانواده چلیپاییان است. شته مومی کلم با افزایش کاربرد حشره‌کش‌ها نسبت به سایر حشرات بیشتر مقاوم شده و گسترش می‌یابد. در این تحقیق با توجه به اثر مطلوب و بی ضرر اسانس گیاهی، اثرغلظت های زیر کشنده LC_{10} و LC_{20} اسانس باریجه، *Ferula gomossa* روی پارامتر های جدول باروری و بازدارندگی پوره زایی شته مومی کلم بررسی شد. این تحقیق در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۰ و دوره نوری ۱۱ ساعت تاریکی و هشت ساعت روشنایی در ژرمیناتور واقع در دانشگاه شاهد انجام شد. نتایج آزمایشات زیست سنجی بیانگر تاثیر اسانس مورد آزمایش، روی حشرات بالغ شته مومی کلم بود. مقادیر LC_{10} و LC_{20} و LC_{50} اسانس باریجه به ترتیب برابر ۰/۹۸، ۱/۸۶ و ۶/۳۱ میکرولیتر بر لیتر هوا به دست آمد. اثر غلظت‌های زیرکشنده اسانس باریجه روی پارامترهای جدول باروری شته مومی کلم به طور معنی‌داری با تیمار شاهد متفاوت بود. بیشترین تاثیر را روی نرخ‌های تولید مثل و نرخ های رشد جمعیت شته مومی کلم به ترتیب تیمارهای LC_{20} و LC_{10} اسانس باریجه داشتند. هم‌چنین متوسط مدت زمان دوبرابر شدن یک نسل این شته را به ترتیب تیمارهای LC_{20} و LC_{10} اسانس باریجه کاهش دادند و این تیمارها هم چنین باعث افزایش مدت زمان دوبرابر شدن جمعیت گردیدند. در مورد بازدارندگی پوره زایی تفاوت معنی‌داری بین اسانس مورد آزمایش و شاهد مشاهده نشد. نتایج کلی نشان داد که اسانس باریجه، *F. gummosa* پتانسیل بالایی در کنترل شته مومی کلم، *B. brassicae* به ویژه در غلظت‌های زیرکشنده دارد.

استناد: کیانی، مهسا؛ کریمی، جابر؛ عباسی‌پور، حبیب و عسکریان‌زاده، علیرضا (۱۴۰۳). سمیت تنفسی اسانس باریجه، *Ferula gummosa* روی پارامترهای زیستی شته مومی کلم، *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). *دوفصلنامه گیاه‌پاد*، ۱ (۱)، ۵۰-۳۵.

ناشر: دانشگاه شاهد

حق‌مؤلف © نویسندگان.

مقدمه

یکی از آفات مهم گیاهان تیره چلیپائیان (Brassicaceae) شته مومی کلم، *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae) می‌باشد (Jankowska and Wiech, 2004). این شته در صورت مساعد بودن شرایط آب و هوایی ۲۰-۱۵ نسل در سال تولید می‌کند و علاوه بر کاهش بازارپسندی محصول، باعث ایجاد خسارت مستقیم از طریق تغذیه و خسارت غیرمستقیم از طریق انتقال ویروس‌های گیاهی می‌شود (Monfared et al., 2003). شته مومی کلم می‌تواند ناقل بیش از ۳۰ ویروس گیاهی از جمله ویروس موزائیک کلم گل و لکه حلقوی کلم باشد که از بین این ویروس‌ها، ویروس موزائیک کلم گل از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا محل تغذیه شته و تکثیر ویروس هر دو در بافت‌های جوان گیاه می‌باشد (Khattab, 2007; Miles, 1989). کاهش محصول توسط این آفت در ایالات متحده آمریکا علی‌رغم وجود بهترین روش‌های کنترل، ۳۰٪ و در کشورهای در حال توسعه مانند ترکیه، ۵۰ ٪ یا بیشتر برآورد شده است (Ruberson, 1999).

با توجه به اهمیت خسارت شته مومی کلم، روش‌های مختلفی برای کنترل آن در مناطق مختلف جهان انجام شده که یکی از این روش‌ها کنترل شیمیایی است. علی‌رغم این که این روش نقش مهمی در افزایش تولید محصولات کشاورزی و حفاظت آن‌ها در برابر آفات بازی دارد، تنها ۰/۱ ٪ از این سموم در دسترس آفات هدف قرار می‌گیرد و مابقی وارد محیط زیست شده که برای موجودات غیرهدف خطر آفرین است (Bami, 1997). همچنین سالانه ۲/۵ ملیون تن از آفت‌کش‌های مختلف استفاده می‌شود به‌طوری‌که خسارت به وجود آمده از آن‌ها ۱۰۰ ملیارد دلار برآورد شده است (Koul et al., 2008). بر طبق تحقیقات (Rauf et al., 2005) ۷۰ ٪ از کشاورزان ۳۰-۲۰ ٪ از کل هزینه تولید را صرف خرید آفت‌کش‌ها می‌نمایند. با توجه به دز بالا و استفاده مکرر از آفت‌کش‌ها سالانه یک میلیون نفر از مسمومیت در اثر آفت‌کش‌ها رنج می‌برند و بسیاری از آفت‌کش‌ها به محیط زیست آسیب زده و یا تهدیدی برای عموم مردم هستند.

به‌طور کلی شته‌ها به علت سرعت بالای رشد و نمو، نرخ بالای افزایش جمعیت، بکرزایی، زنده زایی و چند شکلی بودن، سریعاً به آفت‌کش‌های شیمیایی مقاوم می‌شوند (Sadlo and Szpyrka, 2009). همچنین بر طبق تحقیقات Clark and Yamaguchi (2011)، شته مومی کلم با افزایش کاربرد حشره‌کش‌ها نسبت به سایر حشرات بیشتر مقاوم شده و گسترش می‌یابد.

یکی دیگر از روش‌های مبارزه با این آفت، استفاده از دشمنان طبیعی است، لیکن این روش مانع از انتقال ویروس‌ها نمی‌شود (Isik and Gorur, 2009). بنابراین برای غلبه بر این مشکل یافتن روش‌های جایگزین و ایمن بدون اثرات جانبی بر موجودات غیرهدف ضروری است. یکی از روش‌های جایگزین استفاده از عصاره و اسانس‌های گیاهی است. مطالعات اخیر نحوه اثر اسانس‌های گیاهی مختلف را روی آفات گیاهی نشان داده است. اغلب این مطالعات پتانسیل زیاد اسانس‌های گیاهی را در کنترل آفات تأیید می‌کند (Isman, 2006; Sampson et al., 2005; Tunc and Sahinakaya, 1998).

اسانس‌های گیاهی به دلیل فرار بودن، پایداری بسیار کمی در محیط زیست داشته و اغلب فاقد سمیت برای پستانداران، پرنده‌ها و ماهی‌ها هستند (Stroh et al., 1998). در تحقیقات قبلی خاصیت شته کشی برخی اسانس های گیاهی مثل زیره سیاه، اسطوخودوس، رزماری، بومادران و زنیان بر شته معمولی گندم، *Schizaphis graminum* مطالعه شد (Zamani et al., 2016). نتایج این تحقیق نشان داد که اسانس زنیان در مقایسه با چهار گیاه دیگر اثر بیشتری در مهار شته معمولی گندم داشت. همچنین اثر حشره‌کشی اسانس‌های دو گونه اکالیپتوس شامل *Eucalypytus microtheca* و *E. spathulata* بر شته جالیز، *Aphis gossypeii* Glover ارزیابی شد و طبق نتایج شته جالیز حساسیت بالایی به اسانس‌های موردمطالعه نشان داد (Razmjou et al., 2017). در تحقیق دیگری، اثر اسانس برگ دو گیاه اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis*)و برگ‌بو (*Laurus nobilis*) روی فرم بی‌بال حشرات کامل شته‌ی مومی کلم مورد مطالعه قرار گرفت (Hosseini amin et al., 2013). اسانس این دو گیاه باعث کاهش باروری و طول عمر حشرات کامل شته‌ی مومی کلم، همچنین با افزایش غلظت اسانس باعث افزایش میزان دورکنندگی روی شته‌ی مومی کلم شد. بر اساس مطالعه Pavela, 2006 اسانس‌های گیاهی *Lavandula*

augustifola، *Rosmarinus officinalis*، *Nepeta cataria* و *Origanum majorana* بر شته مومی کلم فوق العاده سمی بودند. اثر جلب کنندگی اسانس برخی گیاهان نیز برای کفشدوزک‌ها که از مهم‌ترین دشمنان طبیعی شته‌ها می‌باشند نیز به اثبات رسیده است (Abramson et al., 2006). اسانس‌های گیاهی دارای عملکردهای متفاوتی شامل اثر دور کنندگی، ضد تغذیه ای، اختلال در پوست اندازی و تشکیل کوتیکول، تأخیر در رشد و باروری، بازدارندگی از تخم گذاری و اختلال در رشد و نمو جنین می‌باشند (Cosimi et al., 2009; Sertkaya et al., 2010). همچنین عملکرد سریع اسانس‌های گیاهی روی حشرات و کنه‌ها ناشی از اثر آن‌ها روی سیستم عصبی حشرات به خصوص اثر روی واسطه‌های اکتوپامین و گیرنده‌های گابا در ناحیه پس‌سیناپسی می‌باشد (Isman, 2006).

باریجه با نام علمی *Ferula gummosa* Boiss. متعلق به تیره چتریان در شرق، غرب و مرکز ایران مانند استان‌های سمنان، خراسان، تهران، اصفهان و فارس پراکنده شده است و به‌واسطه ترکیبات شیمیایی مختلف نظیر ترپنوئید، کومارین،آروماتیک استر، اسیدها و الکل‌های ترپنی یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی با خواص ضد میکروبی و حشره‌کشی می‌باشد. مواد موثره اسانس باریجه شامل β-pinene (50/1%)، α- pinene (14/9%) و δ-3-Carene (6/7%) که از مهم‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس هستند (Fatemikia et al., 2017).

با توجه به اثرات مطلوب و بی ضـرر اسـانس‌های گیاهی روی آفات، در این تحقیق اثر تنفسـی اسـانس گیاهی باریجه (*Ferula gomossa*) روی پارامترهای زیستی شته مومی کلم، *B. brassicae* مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع آوری گیاه و تهیه اسانس

صمغ گیاه باریجه از شرکت صنعتی گل کاران واقع در کاشان خریداری شد. برای تهیه اسانس از صمغ گیاه باریجه مقدار ۱۵۰ گرم از آن را به همراه یک لیتر آب مقطر داخل دستگاه تقطیر با آب شیشه ای (Clevenger) ریخته و به مدت سه ساعت اسانس‌گیری انجام گرفت. اسانس استخراج شده در میکروتیوپ‌های کوچک (دو میلی‌لیتری) که با پوشش آلومینیوم پوشیده شده بودند، قرار گرفت و سپس در یخچال به دمای چهار درجه سلسیوس و دور از نور تا زمان مصرف نگهداری شدند (Negahban et al., 2007).

پرورش گیاه میزبان شته مومی کلم

برای انجام آزمایشات روی شته مومی کلم از گیاه کلم گل رقم نیاگارا به عنوان گیاه میزبان استفاده گردید. بذر این گیاه از شرکت پاکان بذر واقع در استان اصفهان خریداری شد.

بذور این گیاه در ظروف کوچک مخصوص نشاء کاشته شد و پس از پنج هفته (مرحله ۸-۶ برگی) نشاها به طور تک تک به گلخانه واقع در دانشگاه شاهد منتقل شد و گیاه پرورش یافته در مرحله ۲۰-۱۰ برگی برای انجام آزمایشات مورد استفاده قرار گرفت.

پرورش شته مومی کلم

برای تشکیل کلنی شته مومی کلم از روش دیسک برگی استفاده شد (جهان، ۱۳۹۱). روی هر برگ از گیاه میزبان تعدادی از شته‌های ماده زنده‌زا قرار داده شد. برای تازگی برگ‌ها از پنبه مرطوب استفاده گردید و برگ‌ها هر دو روز یکبار تعویض شدند. این روش پرورش سه نسل از شته را شامل می‌شد. شته‌ها در طول فصل زراعی از مزرعه کلم گل واقع در استان اصفهان جمع آوری شده و به همراه قطعات بریده شده گیاه میزبان به آزمایشگاه منتقل شدند. شته‌های جمع آوری شده پس از حذف کامل لارو و تخم مگس‌های سیرفیده و سایر شگارگرها از کلنی روی برگ گل کلم در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۰ و دوره نوری ۱۱ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی در اتاقک رشد، پرورش داده شدند. هر برگ

در یک ظرف پلاستیکی شفاف به شکل مکعب مستطیل به ابعاد ۵×۱۳×۱۵ سانتی‌متر که درب آن با تور ارگانزا برای تهویه هوا پوشیده شده، قرار داده شدند.

آزمایشات زیست سنجی

ابتدا یکسری آزمایشات مقدماتی برای تعیین حدود بالا و پایین غلظت اسانس‌های مورد نظر که موجب ایجاد مرگ و میر بین ۱۰ تا ۹۰ درصد می‌شود، انجام گرفت. سپس بین این حدود غلظت‌های اصلی با فاصله مساوی انتخاب شدند. این غلظت‌ها برای اسانس باریجه ۰/۱، ۰/۳، ۰/۶، ۱/۲، ۲/۴و۴/۸ میکرولیتر معادل ۰/۸۲، ۲/۴۶، ۴/۹۲، ۹/۸۴، ۱۹/۶۷ و ۳۹/۳۴ میکرولیتر بر لیتر هوا به دست آمد. برای آزمایشات زیست سنجی از ظروف ۱۲۲ میلی‌لیتری استفاده شد. بدین منظور مقدار مورد نظر از غلظت اسانس را روی کاغذ صافی داخل درب قرار داده تا از طریق فاز گازی باعث تلف شدن حشرات درون ظرف شوند. تیمارها در شش غلظت و یک تیمار شاهد و هر غلظت در چهار تکرار انجام گرفت. در هر تکرار از ۱۵ شته مومی کلم بالغ استفاده شد. بعد از ۲۴ ساعت تعداد حشرات مرده و زنده ثبت گردید و آن‌ها مجددا برای ۲۴ ساعت دیگر در ظروف مشابه ولی بدون اسانس قرار داده شدند و سپس تعداد حشرات مرده و زنده برای هر غلظت شمارش گردید. برای محاسبه تلفات، حشراتی که قادر به تکان دادن پا و شاخک خود نبوده مرده تلقی شدند. برای اطمینان بیشتر از عدم انتشار ترکیبات فرار، اطراف درپوش با پارافیلم پوشانده شد.

اثر اسانس گیاهی روی پارامترهای جدول زندگی باروری شته مومی کلم

اثر اسانس گیاهی باریجه در دو غلظت زیرکشنده LC_{10} و LC_{20} روی پارامترهای جدول باروری شته مومی کلم در قالب طرح کاملاً تصادفی ارزیابی شد که در آن تیمارها شامل دو غلظت و یک تیمار شاهد (بدون اسانس) بودند و هر تیمار در ۲۰ تکرار انجام گرفت. آزمایش در شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی در ژرمیناتور انجام شد. برای تیمار شاهد و به منظور تشکیل جدول زندگی باروری روی برگ کلم گل به وسیله قلم موی سه صفر یک شته ماده بالغ گذاشته شد. پس از ۱۲ ساعت ظروف بررسی و در صورت پوره زایی به جز یک پوره تمام پوره ها و شته ماده از روی هر برگ حذف شدند. تکرارها با یک عدد پوره سن یک آغاز شد. در ادامه آزمایش هر ۲۴ ساعت ظروف پرورش ارزیابی شدند و زمان پوست اندازی در آن‌ها ثبت شد. پس از بالغ شدن شته، تعداد پوره‌های تولید شده به صورت روزانه شمارش و سپس از روی برگ حذف شدند. این عمل تا زمان مرگ آخرین شته ادامه یافت. هم‌چنین برای اندازه‌گیری اثر غلظت‌های زیرکشنده روی پارامترهای جدول باروری شته مومی کلم، مقدار مورد نظر از غلظت اسانس روی کاغذ صافی داخل درب ظروف مورد نظر با سمپلر قرار داده شد و بعد از گذشت ۲۴ ساعت تعداد پوره‌های تولید شده به صورت روزانه شمارش و سپس از روی برگ حذف شدند. این عمل تا زمان مرگ آخرین شته ادامه یافت.

تشکیل جدول باروری

جدول زندگی باروری براساس سن شته (x)، نسبت بقای حشرات ماده (l_x)، تعداد نتاج ماده تولید شده توسط ماده در سن x، (m_x) تنظیم گردید. پارامترهای جدول زندگی باروری می‌تواند برای توصیف زمان رشد و نمو، میزان بقا در هر مرحله و پیشگویی جمعیت آفت و ساختار سنی آن در یک زمان معین مورد استفاده قرار بگیرند. این پارامترها هم چنین به عنوان شاخص‌های رشد جمعیت در پاسخ به شرایط محیط، انتخاب می‌شوند و در برآورد پتانسیل آفت در ناحیه جدید به‌کار می‌روند. پارامترهایی که معمولاً از جداول زندگی باروری برآورد می‌شوند، شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ تولید مثل خالص (R_0)، میانگین طول نسل، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) است (Southwood and Henderson, 2002).

مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) با استفاده از فرمول (Birch, 1948) و پارامتر های جمعیت پایدار با استفاده از روش

(Carey, 1993) محاسبه شد. برای محاسبه r_m در نرم افزار Excel 2003 ستون های x، x+0.5، l_x، m_x و e^{-rx} را تشکیل داده و پس از محاسبه تمام مقادیر برای x ها، مقدار r_m را آنقدر بالا و پایین کرده تا حاصل جمع ستون $l_x m_x e^{-rx}$ برابر و یا نزدیک به عدد یک شود. مقدار r_mکه بتواند موجب شود که این عبارت برابر یک شود همان نرخ ذاتی افزایش آن جمعیت می باشد.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m): این پارامتر نشان دهنده افزایش تعداد ماده ها به ازای هر ماده از جمعیت در هر روز می باشد.

$$\sum e^{-r_m x} l_x \quad m_{x=1}$$

m_x= تعداد افراد ماده تولید شده در سن x معین توسط یک حشره ماده ای که تا سن x مورد نظر زنده مانده است.

lx= نسبت افراد زنده مانده تا سن x

نرخ متناهی رشد جمعیت (λ): نرخ متناهی رشد نشان می‌دهد که جمعیت هر روز نسبت بـــه روز قبل چند برابر می شود. به عبارت دیگر جمعیت پایدار هر روز نسبت بـه روز قبل λ برابر می‌شود.

$$\lambda = e^{r_x}$$

نرخ ذاتی تولد (b): عبارت است از نرخ سرانه تولد در یک جمعیت پایدار است. این پارامتر میزان تولد روزانه به ازای هر فرد از جمعیت پایدار را نشان می‌دهد.

$$b = \frac{1}{\sum e^{-rx} L_X}$$

نرخ ذاتی مرگ (d): نقطه مقابل نرخ ذاتی تولد بوده و عبارت اســت از نرخ ســرانه مرگ در یک جمعیت پایدار. این پارامتر نشانگر میزان مرگ روزانه به ازای هر فرد از جمعیت پایدار می‌باشد.

$$d = b - r$$

نرخ ناخالص تولید مثل (GRR): عبـارت است از میانـگین تـعداد کل مـادههایی که یک ماده از گروه در طی عـمرش (یک نسـل) تولید می کند به شـرطی که ماده ها تا آخرین روز ممکن زندگی کرده و متحمل مرگ و میر در سـنین مختلف نشوند.

$$GRR = \sum_{x=\alpha}^{\beta} mx$$

نرخ خالص تولید مثل (R_0 یا NRR): عبارت است از متوسط تعداد نتاج ماده یک گروه ماده در طول زندگی خود (یک نسل) به شـرطی که الگوی ثابتی از نرخ های تولد و مرگ و میر ویژه سـن را تجربه کنند (Pressat, 1985). این پارامتر در واقع بیانگر نرخ رشد هر نسل از جمعیت بوده و نشان می‌دهد که در هر نسل به ازای هر ماده از نسل قبل چه تعداد ماده تولید می‌شود.

$$R_0 = \sum_{x=\alpha}^{\beta} l_x mx$$

متوسط مدت زمان نسل (T): تعداد روزهای لازم برای R_0 برابر شدن جمعیت می‌باشد. به عبارت دیگر زمان لازم برای اینکه یک ماده نوظهور جمعیتی برابر با R_0 تولید کند.

$$T = \frac{\ln(R_0)}{r_m}$$

(ln = لگاریتم نپرین یا لگاریتم طبیعی)

مدت زمان دو برابر شدن (DT): مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت که در این آزمایش برحسب روز می‌باشد.

$$DT = \frac{ln_2}{r_m}$$

برای تخمین خطای استاندارد پارامتر های رشد جمعیت (R_0، r_m، T، DT و λ) از روش جک نایف (Meyer et al., 1986) استفاده شد. الگوریتم روش محا سباتی جک نایف برای محا سبه واریانس r_m شرح داده می شود و از همین روش برای سایر پارامتر ها استفاده می‌شود. در این روش ابتدا مقدار دقیق r_m از مجموعه کل داده ها (n) با روش معمول محاسبه شد (r_m^{all})، سپس یکی از n تکرار حشرات از مجموعه داده‌های اصلی حذف می‌شود و با استفاده از داده‌های باقی‌مانده n-1 حشره، نرخ ذاتی افزایش جمعیت محا سبه می شود. سپس مقدار کاذب جک نایف ($psvr_m^{(i)}$) برای این زیر مجموعه از داده های اصلی محاسبه شد.

$$psvr_m^{(i)} = n.\ r_m^{all} - (n-1).\ r_m^{(i)}$$

این مراحل تا زمان محاسبه تمام مقادیر کاذب جک نایف برای تمام n های حذف شده از مجموعه داده‌های اصلی تکرار می شود. در این روش حذف تک تک حشرات به ترتیب از داده‌های اصلی صورت می‌گیرد. سرانجام مقدار میانگین (rm^J) و خطای استاندار n مقدار کاذب جک نایف محاسبه می‌شود:

$$r_m^J = \frac{\sum_{i=1}^{n} psvr_m^{(i)}}{n}$$

محاسبه واریانس:

$$Var(r_m^{(J)}) = \frac{\sum_{i=1}^{n}(psvr_m^{(i)} - r_m^{(i)})^2}{n-1}$$

خطای استاندارد:

$$SE(r_m^{(J)}) = \sqrt{\frac{Var(r_m^{(J)})}{n}}$$

برای برآورد فاصله اطمینان فرض می شود که پارامتر دارای توزیع نرمال است. بنابراین حدود اطمینان ۹۵ درصد برای برآورد پارامتر (rm^J) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$r_m^J \pm (t_{n-1,0.95}).SE(r_m^J)$$

بازدارندگی پوره زایی

اثر بازدارندگی پوره زایی در غلظت های زیر کشنده LC_{10} و LC_{20} برای اسانس گیاهی محاسبه شد. برای این آزمایش از

یک شته بالغ پوره زا در ۱۰ تکرار استفاده گردید. نتایج روزانه تا ۷۲ ساعت بعد ثبت شد. بعد از هر شمارش روزانه، پوره ها از ظرف مورد نظر خارج شدند. نرخ بازدارندگی پوره زایی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Sahaf and Moharramipour, 2009).

$$\text{Nymph production deterent}=\left(1-\frac{NNt}{NNc}\right)\times 100$$

NN_t=تعداد پوره در تیمار

NN_c= تعداد پوره در شاهد

تجزیه و تحلیل آماری

برای به دست آوردن مقادیر غلظت های LC10، LC20، LC50 و LC90 از نرم افزار SPSS 19 استفاده شد. تجزیه آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و۲۰ تکرار برای محاسبه پارامترهای جدول باروری و چهار تیمار و ۱۰ تکرار برای محاسبه بازدارندگی پوره زایی با استفاده از نرم افزارSPSS 19 انجام گرفت و ترسیم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد. بررسی و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت.

نتایج

زیست‌سنجی اسانس باریجه روی حشرات کامل شته مومی کلم

نتایج به دست آمده از آزمایشات زیست‌سنجی اسانس باریجه در جدول ۱ درج شده است. این نتایج نشان دهنده تاثیر اسانس باریجه روی حشرات کامل شته مومی کلم می‌باشد. میزان غلظت کشنده LC_{50} و LC_{90} برای اسانس باریجه به ترتیب ۶/۳۱ و ۴۰/۳۰ میکرولیتر بر لیتر هوا به دست آمد.

جدول ۱- مقادیر غلظت‌های کشنده به‌دست آمده برای اسانس باریجه روی حشرات بالغ شته مومی کلم بعد از ۴۸ ساعت.
Table 1- The lethal concentration values obtained for *F. gomossa* essential oil on *B. brassicae* adults after 48 hours.

N	LC_{10}* (µL/L air)	LC_{20}* (µL/L air)	LC_{50}* (µL/L air)	LC_{90}* (µL/L air)	df	Slope±SE	χ^2	P-Value
420	0.98 (0.07–2.31)	1.86 (0.30–3.75)	6.31 (2.90–13.27)	40.30 (17.48–496.05)	4	1.60۰±0.18	12.91	0.12

* 95% confidence limits are given in parentheses

اثر غلظت‌های زیرکشنده اسانس باریجه روی پارامترهای جدول باروری شته مومی کلم

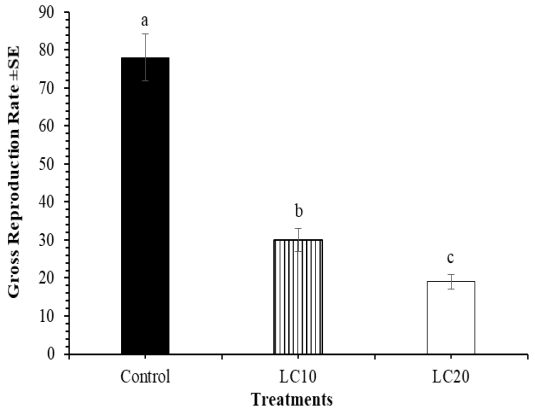
نرخ‌های تولید مثل

نتایج تجزیه واریانس نرخ‌های تولید مثل شته مومی کلم حاکی از تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نرخ‌های تولید مثل شته مومی کلم در غلظت‌های زیرکشنده و تیمار شاهد در شکل ۱ درج شده است. پارامتر نرخ ناخالص (*GRR*) تولید مثل بیانگر مجموع ماده‌هایی است که در طول یک نسل شته ماده تولید کرده است. با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین مقدار این پارامتر برابر با ۷۷/۶۷ ماده به ازای ماده در روز، مربوط به تیمار شاهد بوده است. تیمارهای LC_{10} و LC_{20} اسانس باریجه بعد از تیمار شاهد بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده اند (شکل ۱-A). پارامتر نرخ خالص تولید مثل (R_0) نشان دهنده قدرت زاد آوری بالا و افراد موثر در نسل می‌باشد. بر اساس نتایج به دست آمده تیمار شاهد بیشترین مقدار این نرخ، ۷۱/۴۶ ماده به ازای هر ماده در روز را به خود اختصاص داده است و پس از آن به ترتیب تیمارهای LC_{20} و LC_{10} اسانس باریجه میزان این نرخ را به‌طور محسوسی کاهش داده اند (شکل ۱-B). بنابراین غلظت‌های LC_{20} و LC_{10} اسانس باریجه به ترتیب بیشترین اثر را روی کاهش این پارامترها داشته اند.

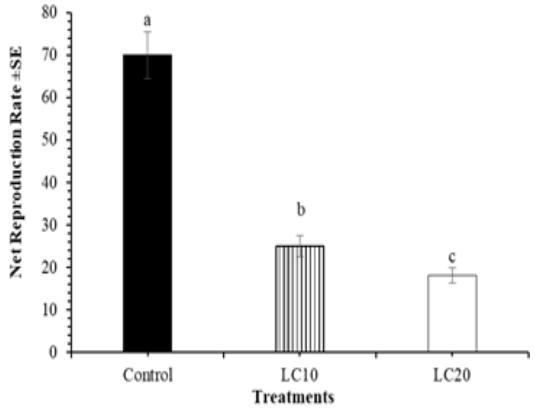
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس پارامترهای زیستی شته مومی کلم تحت تاثیر اسانس باریجه.

Table 2- Results of analysis of variance of biological parameters of *B. brassicae* aphid under the effect of *F. gomossa* essential oil.

Traits	Source of variations	df	Mean square	P-value
Gross Reproduction Rate (*GRR*)	Treatment	4	11044.39	0.001
	error	95	0.99	
	total	99		
Net Reproduction Rate (R_0)	Treatment	4	9899.46	0.001
	error	95	0.79	
	total	99		
Rate of Natural Increase (r_m)	Treatment	4	0.02	0.001
	error	95	0.00	
	total	99		
Finite Rate of Increase (λ)	Treatment	4	0.03	0.001
	error	95	0.00	
	total	99		
The Birth Rate (*b*)	Treatment	4	15.46	0.001
	error	95	0.00	
	total	99		
The Death Rate (*d*)	Treatment	4	14.49	0.001
	error	95	0.01	
	total	99		
b+d	Treatment	4	59.88	0.001
	error	95	0.01	
	total	99		
b/*d*	Treatment	4	0.01	0.001
	error	95	0.00	
	total	99		
The Weekly Growth Rate (W_r)	Treatment	4	18.32	0.001
	error	95	0.33	
	total	99		
The Mean Generation Time (*T*)	Treatment	4	9.30	0.001
	error	95	0.00	
	total	99		
The Population Doubling Time (*DT*)	Treatment	4	9.30	0.001
	error	95	0.00	
	total	99		



(A)



(B)

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های زیرکشنده اسانس باریجه و تیمار شاهد بر (A) نرخ ناخالص تولید مثل (*GRR*) و (B) نرخ خالص تولید مثل (R_0) شته مومی کلم به روش دانکن (α=۰/۰۵) (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار است).

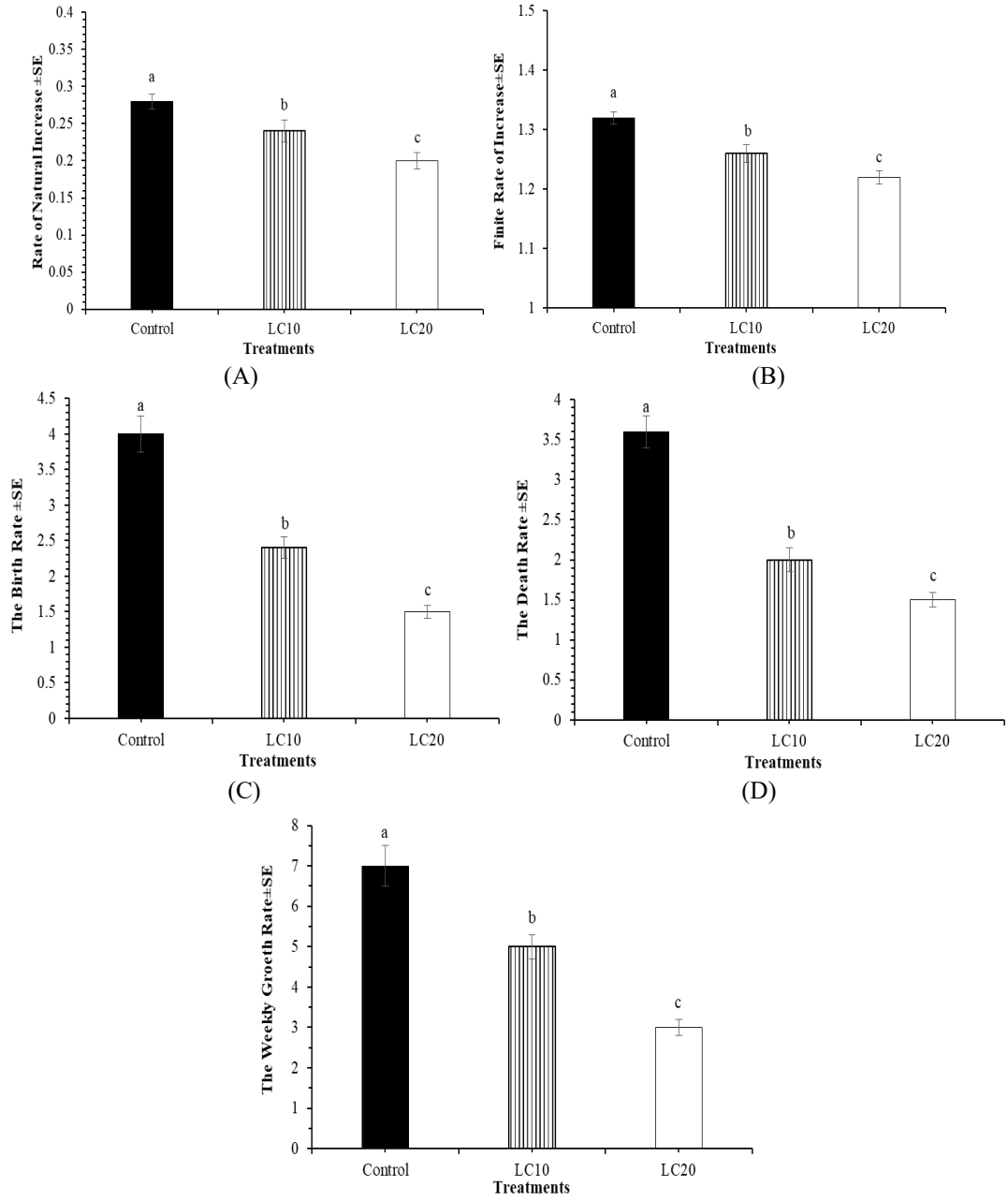
Fig. 1- Comparison of the mean effect of sublethal concentrations of *F. gomossa* essential oil and the control treatment on (A) gross reproduction rate (*GRR*) and (B) net reproduction rate (R_0) of *B. brassicae* aphid by Duncan's method (α=0.05) (similar letters indicate no significant difference).

نرخ های رشد جمعیت

نتایج تجزیه واریانس نرخ‌های رشد جمعیت شته مومی کلم حاکی از تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (جدول ۲). نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌های پارامترهای رشد جمعیت در غلظت‌های زیرکشنده و تیمار شاهد در شکل ۲ درج شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار شاهد با ۰/۲۸ ماده به ازای هر ماده در روز بیشترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت را داشته است و بعد از آن به ترتیب تیمارهای LC_{20} و LC_{10} اسانس باریجه باعث کاهش این پارامتر روی شته مومی کلم شده اند (شکل ۲-A). نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نشانگر مقداری است که جمعیت پایدار هر روز نسبت به روز قبل افزایش خواهد یافت. در مورد این نرخ تیمار شاهد بیشترین میانگین و تیمار LC_{20} اسانس باریجه کم‌ترین میانگین را به خود اختصاص دادند (شکل ۲-B).

نرخ ذاتی تولد عبارت است از نرخ سرانه تولد در یک جمعیت پایدار است. این پارامتر میزان تولد روزانه به ازای هر فرد از جمعیت پایدار را نشان می‌دهد. نرخ ذاتی مرگ نقطه مقابل نرخ ذاتی تولد بوده و عبارت از نرخ سرانه مرگ در یک جمعیت پایدار است. این پارامتر میزان مرگ روزانه به ازای هر فرد از جمعیت پایدار را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج، بیشترین نرخ ذاتی تولد و نرخ ذاتی مرگ و نرخ هفتگی رشد مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار LC_{20} اسانس باریجه بوده

است (شکل C-۲ الی E-۲). بیشترین نسبت تولد به مرگ برابر ۱/۱۳ تولد در مقابل یک مرگ به ازای هر فرد ماده در تیمار LC_{20} اسانس باریجه و کم ترین نسبت تولد به مرگ برابر ۱/۰۷ تولد در مقابل یک مرگ به ازای هر فرد ماده در تیمار شاهد به دست آمد. بیشترین رخداد حیاتی(تولد+مرگ) برابر ۷/۷۲ در هر روز به ازای هر فرد ماده در تیمار شاهد و کم ترین رخداد حیاتی (تولد+مرگ) برابر ۳/۳۰ در هر روز به ازای هر فرد ماده در تیمار LC_{20} اسانس باریجه مشاهده شد.



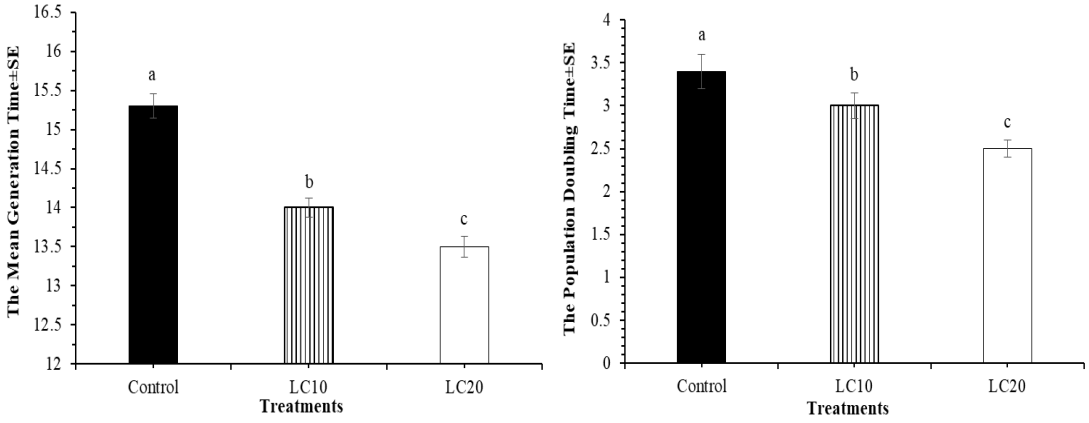
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های زیرکشنده اسانس باریجه و تیمار شاهد بر (A) نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، (B) نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، (C) نرخ ذاتی تولد (b)، (D) نرخ ذاتی مرگ (d) و (E) نرخ هفتگی رشد (W_r) شته مومی کلم به روش دانکن (α=۰/۰۵) (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار است).

Fig. 2- Comparison of the mean effect of sublethal concentrations of *F. gomossa* essential oil and the control treatment on (A) rate of natural increase (r_m), (B) finite rate of increase (λ), (C) the birth rate (b), (D) the death rate (d) and (E) the weekly growth rate (W_r) of *B. brassicae* aphid by Duncan's method (α=0.05) (similar letters indicate no significant difference).

مدت زمان های رشد

نتایج تجزیه واریانس مدت زمان‌های رشد شته مومی کلم حاکی از تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین مدت زمان‌های رشد در غلظت‌های زیرکشنده و تیمار شاهد در شکل ۳ درج شده است. متوسط مدت زمان نسل عبارت است از تعداد روزهای لازم برای R_0 برابر شدن جمعیت و یا زمان لازم برای اینکه یک ماده نوظهور جمعیتی برابر با R_0 تولید کند. بیشترین زمان این مدت برابر با ۱۵/۳۲ روز در تیمار شاهد و کمترین آن برابر با ۱۳/۶۱ روز در تیمار LC_{20} اسانس باریجه مشاهده شد که پس از این تیمار به ترتیب تیمار LC_{10} اسانس باریجه باعث کاهش متوسط مدت زمان نسل نسبت به شاهد شدند (شکل ۳-A).

کمترین مدت زمان دوبرابر شدن جمعیت برابر با ۲/۴۹ روز در تیمار شاهد و بیشترین زمان برابر با ۳/۳۵ روز در تیمار LC_{20} اسانس باریجه مشاهده شد که پس از این تیمار به ترتیب تیمار LC_{10} اسانس باریجه باعث افزایش این مدت شدند (شکل ۳-B). با توجه به اینکه غلظت LC_{20} اسانس باریجه در بین تیمارها بیشترین مدت زمان دو برابر شدن جمعیت وکم‌ترین متوسط مدت زمان یک نسل را دارد، بنابراین بهترین تاثیر را روی مدت زمان‌های رشد شته مومی کلم دارد.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های زیرکشنده اسانس باریجه و تیمار شاهد بر (A) مدت زمان نسل (*T*) و (B) مدت زمان دوبرابر شدن جمعیت (*DT*) شته مومی کلم به روش دانکن (α=۰/۰۵) (حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار است).

Fig. 3- Comparison of the mean effect of sublethal concentrations of *F. gomossa* essential oil and the control treatment on (A) the mean generation time (*T*) and (B) the population doubling time (*DT*) of *B. brassicae* aphid by Duncan's method (α=0.05) (similar letters indicate no significant difference).

بازدارندگی پوره زایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در مورد بازدارندگی پوره زایی وجود ندارد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر غلظت‌های زیرکشنده اسانس باریجه روی بازدارندگی پوره زایی حشرات بالغ شته مومی کلم نیز در جدول ۴ درج شده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس بازدارندگی پوره زایی اسانس باریجه در غلظت های زیرکشنده بر شته مومی کلم.

Table 3- Analysis of variance of nymph production deterrent effect of *F. gomossa* essential oil in sublethal concentrations on *B. brassicae* aphid.

Time	Source of variations	df	Mean square	P-value
24	Treatment	3	88.24	0.86^{ns}
	error	36	350.73	
	total	39		
48	Treatment	3	546.72	0.72^{ns}
	error	36	215.72	
	total	39		

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس بازدارندگی پوره زایی اسانس باریجه در غلظت های زیرکشنده بر شته مومی کلم.

Continue Table 3- Analysis of variance of nymph production deterrent effect of *F. gomossa* essential oil in sublethal concentrations on *B. brassicae* aphid

Time	Source of variations	df	Mean square	P-value
72	Treatment	3	1423.96	0.32^{ns}
	error	36	432.99	
	total	39		

^{ns} non significant difference

جدول ٤- مقایسه میانگین درصد بازدارندگی غلظت‌های زیرکشنده اسانس باریجه بر پوره زایی شته مومی کلم بعد از زمان‌های مختلف.

Table 4- Mean comparison of nymph production deterrent effect of sublethal concentrations of *F. gomossa* essential oil on on *B. brassicae* aphid in different times.

Time (h)	LC_{10}	LC20
24	44.33 ± 4.01	46.50 ± 5.02
48	59.16 ± 5.03	58.00 ± 4.04
72	36.50 ± 9.20	60.50 ± 3.20
Total	46.67 ± 4.01	55.00 ± 2.58

بحث

استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی همواره برای بشر مشکلات فراوانی به همراه داشته است. ترکیبات شیمیایی همواره سلامت انسان و محیط زیست را تهدید می‌کند (Aktar et al., 2009). بنابراین امروزه نیاز به جایگزین مطمئن، ارزان، با امکان مصرف آسان و سازگار محیط زیست بیشتر احساس می‌شود. در سال‌های اخیر استفاده از مشتقات گیاهی برای کنترل آفات بسیار مورد توجه قرار گرفته است. مشتقات گیاهی می‌توانند اثرات دورکنندگی و ضد تغذیه‌ای داشته باشند و بسیاری از آفات را تحت تأثیر قرار دهند. سمومی که از مشتقات گیاهی تهیه می‌شوند دارای اثرات نامطلوب کمی روی پستانداران هستند و در محیط زیست به سرعت تجزیه می‌شوند. با این حال امروزه در سرتاسر جهان تمایل برای یافتن گیاهان جدیدی که دارای منابع غنی از حشره‌کش‌های گیاهی هستند، افزایش یافته است. این اقدام گامی مؤثر در جهت حفظ و سلامت محیط زیست است.

نتایج به دست آمده از آزمایش‌های زیست‌سنجی اسانس باریجه نشان دهنده تأثیر آن روی حشرات بالغ شته مومی کلم می‌باشد. میزان غلظت کشنده (LC_{50}) برای اسانس باریجه ۶/۳۱ میکرولیتر بر لیتر به دست آمد. جهان و همکاران (Jahan et al., 2012) میزان LC_{50} اسانس‌های ترخون و مرزه را پس از ۲۴ ساعت روی شته مومی کلم، به ترتیب ۶/۲۵ و ۴۵/۶۰ میکرولیتر بر لیتر هوا به دست آوردند که اثر مشابه اسانس گیاه مرزه و باریجه در این تحقیق را نشان می‌دهد. هم چنین در بررسی دیگری که روی شته مومی کلم انجام شد، میزان LC_{50} اسانس‌های *Nepeta cataria*، *Zataria multiflora*، *Trachyspermum ammi*، *Artemisia Siberi* و *Tagetes minuta* به ترتیب ۲۱، ۱۲، ۲۳، ۲۵و ۲۱ میکرولیتر بر لیتر هوا به دست آمد که نشان دهندی تاثیر بیشتر اسانس باریجه مورد آزمایش در این تحقیق نسبت به گیاهان فوق می‌باشد (Motazedian et al., 2014). همچنین مقادیر LC_{50} اسانس‌های *Calistermon viminalid* و *F. gommosa* روی لارو *Ephestia kuehniella* توسط قاسمی (Ghasemi, 2009) به ترتیب ۲۴/۶۰ و ۷۶/۴۴ میکرولیتر بر لیتر هوا به دست آمد. بنابراین اسانس باریجه برای شته مومی کلم سمی‌تر از لارو شب‌پره آرد است.

تاکنون مطالعه ای در رابطه با اثر غلظت‌های زیرکشنده اسانس‌های گیاهی روی نرخ‌های تولید مثل شته مومی کلم انجام نشده است، ولی محققین اثر برخی اسانس‌ها را روی باروری و طول عمر این آفت بررسی نمودند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. حسینی امین و همکاران (Hosseini amin et al., 2013) اثر اسانس‌های برگ بو و اکالیپتوس را بر باروری و طول عمر شته مومی کلم بررسی نمودند. نتایج نشان داد LC_{50} اسانس برگ بو باروری شته و طول عمر آن را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داده است. اسانس اکالیپتوس نیز باعث کاهش باروری و طول عمر شد ولی تفاوت معنی‌داری

با شاهد نداشت. به‌طوری که متوسط تعداد پوره‌های گذاشته شده توسط هر حشره ماده در شاهد، اکالیپتوس و برگ بو به ترتیب ۲۰/۶۵، ۱۴/۰۱ و ۱۱/۲۶ عدد و طول عمر حشرات کامل شته مومی کلم در شاهد، اکالیپتوس و برگ بو به ترتیب ۱۵/۵۹، ۱۲/۵۹و ۱۰/۴۸ روز به دست آمد.

بر اساس نتایج Isik and Guror (2009) که باروری روزانه شته مومی کلم را پس از اعمال دو غلظت ۱ و ۲ میکرولیتر از هفت اسانس گیاهی روی حشره بالغ بررسی نمودند، اسانس های بید (*Juniperus excels*)، *Juniperus oxycedrus* و برگ بو (*Larusn obilis* L.) به‌ترتیب بیشترین کاهش باروری را روی شته مومی کلم داشتند به‌طوری که پوره‌زایی روزانه در تیمار شاهد حدود ۱۰ عدد بود که این سه اسانس آن را به دو عدد و پایین‌ترکاهش دادند. همچنین عصاره بذر نیم و آزادیراکتین استخراج شده از *Azadirachta indica* در غلظت ۶۰-۳۰ پی پی ام باعث کاهش باروری و زادآوری شته مومی کلم شدند (Opender, 1998).

اثر غلظت‌های زیرکشنده اسانس‌های دارچین و نعنا روی نرخ‌های رشد جمعیت کنه تارتن دولکه ای (*Tetranychus urticae*) بررسی گردید (Rezaei, 2012). بر اساس یافته‌های ایشان در نرخ‌های رشد جمعیت تیمار شاهد با بالاترین میانگین رتبه، اختلاف معنی‌داری با غلظت LC_{25} هر دو اسانس داشته است و LC_{25} اسانس نعنا بیشترین تاثیر را روی نرخ‌های رشد جمعیت کنه تارتن دو لکه ای، *T. urticae* داشته است.

جهان (Jahan, 2012) نیز مدت زمان‌های رشد جمعیت شته مومی کلم را روی ارقام مختلف بررسی نمودند. بر طبق یافته های ایشان، رقم Smilla کم‌ترین زمان دو برابر شدن جمعیت برابر با ۱/۹۷ روز و متوسط مدت زمان نسل برابر با ۱۰/۸۳ روز و رقم White cloud بیشترین مدت زمان دو برابر شدن نسل را برابر با ۲/۵۱ را در بین ارقام مورد آزمایش داشته اند. بنابراین رقم Smilla به عنوان حساس‌ترین رقم و رقم White cloud به عنوان مقاوم‌ترین رقم گزارش شده اند.

اثر بازدارندگی پنج اسانس گیاهی شامل دارچین (*Cinnamomum zeylanicum*)، پرتقال (*Citrus sinensis*)، هل (*Elettaria cardamomum*)، رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و آویشن کرمانی (*Tymus carmanicus*) روی حشرات بالغ شته مومی کلم بررسی گردید (Hassanshahi et al., 2012). نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین اسانس‌ها وجود دارد به‌طوری که بیشترین وکم‌ترین درصد بازدارندگی پوره زایی بعد از ۷۲ ساعت به ترتیب مربوط به LC_{25} اسانس‌های هل و دارچین می‌باشد.

در تحقیق دیگری اثر بازدارندگی تخم‌ریزی اسانس‌های مورد (*Myrtus communis*) و برگ بو (*Laurus nobilis*) روی شب پره آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller.) بررسی شد که نتایج نشان داد هر دو اسانس میزان تخم‌ریزی شب پره آرد را به طور معنی‌داری کاهش داده به‌طوری که با افزایش میزان غلظت اسانس‌ها بازدارندگی تخم‌ریزی نیز افزایش می‌یابد (Salehi et al., 2014).

نتیجه گیری

حشره‌کش‌های گیاهی دارای اثرهای سوء زیست‌محیطی اندکی نسبت به سموم متداول آفت‌کش هستند و سمیت کمتری برای انسان و پستانداران به دنبال دارند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اسانس گیاه باریجه به صورت تدخینی و در غلظت‌های زیرکشنده اثر کنترلی خوبی روی شته مومی کلم داشته و می‌تواند جهت کنترل آفات، بخصوص در محیط‌های بسته مانند گلخانه‌ها، مفید باشد. لذا، با انجام تحقیقات بیشتر می‌توان امیدوار بود که در آینده بتوان با استحصال ماده مؤثره گیاه باریجه، امکان به‌کارگیری یک حشره‌کش گیاهی در مدیریت تلفیقی آفات برای کاهش مصرف سم به وجود آید.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری و مساعدت مالی دانشگاه شاهد و همچنین آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی بخاطر فراهم نمودن امکانات لازم، تقدیر و تشکر می‌گردد.

References

Abramson, C.I., Wanderley, P.A., Wanderley, M.J.A., Mina, A.J.S. and de Souza, O.B. 2006. Effect of essential oil from Citronella and Alfazema on fennel aphid, *Hyadaphis foeniculi* Passerini (Hemiptera: Aphididae) and its predator, *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinelidae). *American Journal of Environmental Sciences*, 3(1): 9-10.

Aktar, M.W., Sengupta, D. and Chowdhury, A. 2009. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Journal of Interdisciplinary Toxicology*, 2(1): 1-12.

Bami, H. 1997. *Pesticide use in India-Ten questions*. Chimical Weekly, 4: 7-10.

Birch, L.C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *The Journal of Animal Ecology*, 17: 15-26.

Carey, J.R. 1993. *Applied demography for biologists with special emphasis on insects.* Oxford University Press, U.K. 211 pp.

Clark, J.M. and Yamaguchi, I. 2011. Scope and Status of Pesticide Resistance. Agrochemical Resistance: Extend, Mechanism and Detection. In: Clark, J.M. and Yamaguchi, I. (Eds.), ACS Symposium Series 808, ACS Books, Washington (DC) ACS Books, pp: 1-22.

Cosimi, S., Rossi, E., Cioni, P. and Canale, A. 2009. Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from mediterranean plants against stored-product pests: Evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais*, *Cryptolestes ferrugineus* and *Tenebrio molitor*. *Journal of Stored Products Research*, 45(2): 125-132.

Fatemikia, S., Abbasipour, H. and Saeedizadeh, A. 2017. Phytochemical and Acaricidal Study of the Galbanum, *Ferula gumosa* Boiss. (Apiaceae) Essential Oil against *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20(1): 185-195.

Ghasemi, A. 2009. *Medicinal and aromatic plants and their recognition and investigation*. Publications of Islamic Azad University, Shahrekord Branch, 541 p.

Hassanshahi, G., Jahan, F. and Abbasipour, H. 2012. Investigating the effect of five plant essential oils on the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae). *Conference on Biology and Plant Products*, pp. 38-42.

Hosseini amin, S.B., Shahrokhi, S., Alinia, F. and Khosroshahli, M. 2013. Insecticidal and repellent effects of essential oils from laurel, *Laurus nobilis* and eucalyptus, *Eucalyptus camaldulensis* against cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae. Biocontrol in Plant Protection*, 1(1): 1-11.

Isik, M. and Gorur, G. 2009. Aphidicidial activity of seven essential oils against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). *Munis Entomology and Zoology*, 4(2): 424-431.

Isman, M.B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66.

Jahan, F. 2012. Comparison of different cauliflower cultivars on the population and biological parameters of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae) in the southern region of Tehran. MSc. Thesis in Agricultural Entomology, Shahed University, Tehran, Iran, 98 p.

Jahan, F., Hasanshahi, G.H. and Abbasipour, H. 2012. Insecticidial effect of essential oils of *Artemisia dracunculus* L. and *Satureja isophylla* Rech. on the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. *Proceedings of the 20th Iranian Plant Protection Congress*, Shiraz University, Iran, P. 46.

Jankowska, B. and Wiech, K. 2004. The comparison of the occurrence of the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.) on the cabbage vegetables. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 60(1): 71-80.

Khattab, H. 2007. The defense mechanism of cabbage plant against phloem-sucking aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1(1): 56-62.

Koul, O., Walia, S. and Dhaliwal. G.S. 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopesticides International*, 4(1): 63-84.

Meyer, J.S., Ingersoll, C.G., McDonald, L.L. and Boyce, M.S. 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques, Ecology, 1156-1166.

Miles, P.W. 1989. *The Responses of Plant tothe feeding of Aphidoidea: Principles*. In: Minks A K, Harrewijn P (Eds.) World Crop Pests. Elsevier-New York, (2c): 1-63.

Monfared, A., Moharramipour, S. and Fathipour, Y. 2003. An evaluation of resistance to cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.) in rapeseed (*Brassica napus* L.) lines, hybrids and varieties under natural field infestation conditions. *Agricultural Sciences Journal*, 34(4): 987-994. (In Persian with English Summary)

Motazedian, N., Aleosfoor, M., Davoodi, A. and Bandani, A.R. 2014. Insecticidal activity of five plant essential oils against the cabbage aphide, *Brevicoryne brassicae*. *Journal of Crop Protection*, 3(2): 137-146.

Negahban, M., Moharramipour, S. and Sefidkon, F. 2007. Fumigant toxicity of essential oil from *Artemisia sieberi* Besser against three stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 43(2): 123-128.

Opender, K. 1998. Effect of neem extracts and azadirachtin on fertility and fecundity of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). *Pesticide Research Journal*, 10(2): 258-261.

Pavela, R. 2006. Insecticidal activity of essential oils against Cabbage Aphid, *Brevicoryne brassicae*, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 9(2): 99-106.

Pressat, R. 1985. *The Dictionary of Demography*, edited by C. Wilson. Oxford: Basil Blackwell.

Rauf, A., Prijono, D., Winasa, D.I.W. and Russel, D.A. 2005. Survey on pesticide used by cabbage farmers in West Java, Indonesia. Report of Research collaboration between Department of Plant Protection-IPB with Latrobe University, Australia. Ruberson, J.R. 1999. Handbook of pest management: Published by Marcel Dekkar Inc, New York, 842 pp.

Razmjou, J., Davari, M. and Ebadollahi, A. 2017. Insecticidal effects of essential oils from *Eucalyptus microtheca* Muell. and *E. spathulata* Hook. along with pathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* against cotton aphid *Plant Protection*, *Scientific Journal of Agriculture,* 39(4): 37-51.

Rezaei, R. 2012. The effect of sublethal concentrations of mint and cinnamon essential oils on the life table parameters of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. (Acari; Tetranychidae). M.Sc. thesis in Agricultural Entomology, Shahed University, Tehran, Iran, 121 p.

Ruberson, J.R. 1999. *Hand Book of Pest Management*. Marcel Dekkar, INC, New York, pp: 842.

Sadlo, S. and Szpyrka, E. 2009. Ecotoxicological view of protection of apple orchards against insect pests in Poland. Pestycydy. 1(4): 15-26.

Sahaf, B.Z. and Moharramipour, S. 2009. Comparative study on deterrency of *Carum copticum* C. B. Clarke and *Vitex pseudo-negundo* (Hausskn.) Hand.-Mzt. essential oils on feeding behavior of *Tribolium castaneum* (Herbst). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(4): 385-395.

Salehi, T., Karimi, J., Hasanshahi, G.H. Askarianzadeh, A.R., Abbasipour, H. and Garjan, A.S. 2014. The effect of essential oils from *Laurus nobilis* and *Myrtus commonis* on the adults of eediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller. (Lep.: Pyralidae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*,17(4): 553-561.

Sampson, B.J., Tabanca, N., Kirimer, N., Demirci, B., Baser, K.H., Khan, I.A., Spiers, J.M. and Wedge, D.E. 2005. Insecticidal activity of 23 essential oils and their major compounds against adult *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) (Aphididae: Homoptera). *Pest Management Science*, 61(11): 1122-1128.

Sertkaya, E., Kaya, K. and Soylu, S. 2010. Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinum* Boisd.) (Acarina: Tetranychidae). *Industrial Crops and Products*, 31 (1): 107-112.

Southwood, R. and Henderson, P.A. 2002. *Ecological Methods*. 3 rd edition. Blackwell Science, 592 pp.

Stroh, J., Wan, M.T., Isman, M.B. and Moul, D.J. 1998. Evaluation of the acute toxicity to juvenile Pacific coho salmon and rainbow trout of some plant essential oils, a formulated product, and the carrier. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 60(6): 923-930.

Tunc, I. and Sahinkaya, S. 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. *Entomologia experimentalis et Applicata*, 86(2): 183-187.

Zamani, H., Jamshidi, S. and Khodabandeh, H. 2016. Aphidicidal activity of rosemary, ajwain, yarrow, caraway and lavender on wheat common aphid (*Schizaphis graminum*). *Agroecology Journal* ,12(3): 71-78.