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

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

Response of eggs of the flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller and its parasitoid, *Habrobracon hebetor* (Say) to the galbanum, *Ferula gummosa* Boiss essential oil

Alireza Syedi [1] | **Habib Abbasipour** [2*] | **Saeid Moharramipour** [3]

1. *MSc graduated student, Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.*
2. *Professor of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.*
3. *Professor of Entomology, Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.*

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

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 15/01/2024
Accepted: 22/04/2024

Keywords:
Ephestia kuehniella, essential oil, *Ferula gommosa*, *Habrobracon hebetor*, egg hatching rate.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Among the pests of stored crops, the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) is an important pest worldwide. Larvae of this insect are a serious pest of cereals and especially grain flour products. They are often found in food storage areas feeding on flour, grains, and dry storage products. They can cause significant problems with their silk threads in warehouses. Their close relationship with human food makes them the main target for control methods other than chemical pesticides. Protection of agricultural storage products against insect pests is of great importance to ensure a continuous and safe supply around the world. Conventional treatments have been used for this purpose, but nowadays, other ecological methods based on the use of natural plant compounds are needed for an integrated approach to pest management. Biopesticides are an important group of naturally occurring crop protectants that are usually safer to humans and the environment than conventional pesticides, and with minimal residual effects. Biopesticides may include plant-derived pesticides, like essential oils. Plant extracts and essential oils have long been a subject of research in an effort to develop alternatives to the conventional insecticides. The galbanum, *Ferula gummosa* Boiss is a perennial plant, wild and indigenous to the humid and semi-arid mountainous areas of Iran and several countries of the Mediterranean basin. The gum obtained from the plant is one of the by-products of

Cite this article: Syedi, Alireza; Abbasipour, Habib & Moharramipour, Saeid. (2024). Response of eggs of the flour moth, Ephestia kuehniella Zeller and its parasitoid, Habrobracon hebetor (Say) to the galbanum, Ferula gummosa Boiss essential oil. *Journal of Phytoallexines , 1(1).*

© The Author(s).

Publisher: Shahed University

pasture and is considered as one of the most important medicinal-industrial plants for export in the country. Various researches have been done on the different properties of *F. gummosa* essential oil and its effect on insects and mites. β-pinene (87.3%) was by far the predominant specific component of *F. gummosa* essential oil. This active substance is one of the most toxic chemical compounds identified in plant essential oils and its biological activities have been proven by various researchers. Based on the available information, there is no published report on the activity of *F. gummosa* essential oil on egg laying and hatching rate of flour moth eggs and its larval parasitoid. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of galbanum essential oil on egg laying and hatching rate of flour moth *E. kuehniella* and its larval parasitoid, *Habrobracon hebetor*.

Materials and Methods: In this research we assess the effects of the galbanum, *F. gummosa* essential oil against oviposition deterrence and eclosion rate of *E. kuehniella* and its parasitoid, *H. hebetor*. For this purpose, essential oil was obtained from resins of *F. gummosa,* and subjected to hydro distillation using a modified Clevenger-type apparatus. The test was assessed at 27±1°C and 60±5% RH, in dark conditions. In investigating the oviposition properties of Barijah essential oil, based on Shakrami's (2012) method, 20 pairs of one-day-old male and female flour moths were released in mating containers. And after spawning, 10 one-day-old eggs were placed in glass containers with a volume of 40 ml and treated with different concentrations. In investigating the effect of essential oil on the oviposition of the parasitoid wasp, *H. hebetor*, two experiments were conducted. In an experiment, a pair of one-day-old male and female parasitoid wasps of *H. hebetor* were treated with sublethal concentrations of essential oil in 40 ml jars containing 10 third-instar larvae of the flour moth. After 24 hours, the number of eggs laid by parasitoid on the treated larvae was counted and the percentage of deterrence of oviposition was calculated. In the second experiment, 40 ml glass containers were impregnated with different concentrations of essential oil. Then, using a soft brush, a pair of one-day-old male and female parasitoid wasps were added to the treated jars. After 24, the wasps were placed in containers without essential oil and 10 larvae of the third instar larvae of *E. kuehniella* were given to each pair of treated wasps. The number of eggs laid on treated larvae by parasitoid was counted after 24 hours.

Results and Discussion: In both insects, considerable differences in oviposition detternce and eclosion rate were noted with different concentrations. The results showed that with the increase in the concentration of essential oil, the oviposition deterrence of adult female insects of *E. kuehniella* and its parasitoid, *H. hebetor*, first was increased and then decreased. A decrease in eclosion rate of the moth and its parasitoid was observed as concentrations of the oil were increased. Data probit analysis showed that LC_{50} of the one and two days *E. kuehniella* eggs and *H. hebetor* eggs that were laid on treated larvae of *E. kuehniella* were 257.613, 176.172 and 3.787 µL/L air, respectively. Results demonstrated that eggs of *H. hebetor* are so susceptible to this essential oil.

Conclusion: The present study demonstrated that the essential oil of the galbanum has effect on *E. kuehniella* and its parasitoid. Therefore, after supplementary experiments and due to its high oil yield, the possibility of the application of this essential oil as a potential grain protectant can be provided against *E. kuehniella*.

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

پاسخ تخم شب‌پره آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller و پارازیتوئید آن، *Habrobracon hebetor* (Say) به اسانس باریجه، *Ferula gummosa* Boiss (Apiaceae)

علیرضا سیدی [۱] | حبیب عباسی‌پور [۲*] | سعید محرمی‌پور [۳]

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

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

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۳

واژه‌های کلیدی:
شب‌پره آرد،
اسانس باریجه،
پارازیتوئید لارو،
نرخ تفریخ تخم.

چکیده

آفت‌کش‌های زیستی گروه مهمی از محافظ‌های طبیعی هستند که معمولاً نسبت به آفت‌کش‌های معمولی برای انسان و محیط زیست ایمن‌تر و کمترین اثرات باقی‌مانده را دارند. آفت‌کش‌های زیستی ممکن است شامل آفت‌کش‌های گیاهی مانند اسانس‌ها باشند. عصاره‌های گیاهی و اسانس‌ها مدت‌هاست موضوع تحقیق در تلاش برای ایجاد جایگزین‌هایی برای حشره‌کش‌های معمولی بوده اند. در این تحقیق به بررسی اثرات اسانس صمغ باریجه، *Ferula gummosa* بر درصد بازدارندگی تخم‌ریزی و میزان تفریخ تخم شب‌پره آرد، *Ephestia kuehniella* و پارازیتوئید آن، *Habrobracon hebetor* پرداخته شده است. برای این منظور، اسانس از صمغ باریجه، *F. gummosa* و با استفاده از دستگاه کلونجر تحت تقطیر با آب به دست آمد. آزمایش در دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد، در شرایط تاریکی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسانس، درصد بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل شب‌پره آرد و زنبور پارازیتوئید لاروی آن، ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا می‌کند. در هر دو حشره، تفاوت قابل توجهی در میزان تفریخ تخم با غلظت‌های مختلف مشاهده شد. با افزایش غلظت اسانس، سرعت تفریخ تخم شب‌پره آرد و پارازیتوئید آن کاهش یافت. تجزیه و تحلیل پروبیت داده ها نشان داد که LC_{50} تخم‌های یک و دو روزه *E. kuehniella* و تخم *H. hebetor* که روی لاروهای تیمار شده شب‌پره آرد گذاشته شده بودند به ترتیب ۲۵۷/۶۱۳، ۱۷۶/۱۷۲ و ۳/۷۸۷ میکرولیتر بر لیتر هوا بود. نتایج نشان داد که حشره بالغ و تخم زنبور *H. hebetor* نسبت به این اسانس بسیار حساس‌تر از شب‌پره آرد است. مطالعه حاضر نشان داد که اسانس باریجه بر درصد بازدارندگی تخمریزی و نرخ تفریخ تخم *E. kuehniella* و پارازیتوئید آن تأثیر دارد. بنابراین پس از انجام آزمایشات تکمیلی و با توجه به عملکرد بالای اسانس آن، امکان استفاده از این اسانس به عنوان یک محافظ بالقوه گیاهی در برابر شب‌پره آرد، *E. kuehniella* فراهم خواهد شد.

استناد: سیدی، علیرضا؛ عباسی‌پور، حبیب؛ محرمی‌پور، سعید (۱۴۰۳). پاسخ تخم شب‌پره آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller و پارازیتوئید آن، *Habrobracon hebetor* (Say) به اسانس باریجه، *Ferula gummosa* Boiss (Apiaceae). *دوفصلنامه گیاه‌پاد*، ۱ (۱)، ۳۴-۲۱.

ناشر: دانشگاه شاهد

حق‌مؤلف © نویسندگان.

مقدمه

در میان آفات محصولات انباری، شب‌پره مدیترانه ای آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) یک آفت مهم در سراسر جهان است. لاروهای این حشره، آفت جدی غلات و خصوصا محصولات آرد انباری هستند. آن‌ها اغلب با تغذیه از آرد، غلات و محصولات خشک انباری در مناطق نگهداری مواد غذایی یافت می‌شوند. آن‌ها می‌توانند مشکلات قابل توجهی را با تارهای ابریشمی خود در انبارها ایجاد کنند. ارتباط نزدیک آن‌ها با مواد غذایی انسانی آن‌ها را به هدف اصلی برای روش‌های کنترلی غیر از آفت‌کش های شیمیایی تبدیل می‌کند (Lynn and Ferkovich, 2004).

حفاظت از محصولات انباری کشاورزی در برابر آفات حشره‌ای برای تامین یک عرضه مستمر و ایمن در سراسر جهان از اهمیت بالایی برخوردار است. برای این منظور از تیمارهای مرسوم استفاده شده است، اما امروزه، روش‌های دیگر از نظر اکولوژیکی مبتنی بر استفاده از ترکیبات طبیعی گیاهی برای یک رویکرد یکپارچه برای مدیریت آفات مورد نیاز است (Pemonge *et al.,* 1997). در میان روش‌های مورد استفاده در مدیریت تلفیقی آفات، گیاهان و فرآورده‌های آن‌ها نقش بسزایی دارند. گیاهان عالی منبع غنی از مواد شیمیایی و حشره‌کش‌های جدید هستند (Arnason *et al*., 1989). بنابراین، استفاده از اسانس‌های استخراج شده از گیاهان معطر برای کنترل آفات مورد بررسی قرار گرفته و به خوبی مستند شده است (Isman, 2006). بسیاری از گونه‌های گیاهی معطر بومی ایران هستند. با این حال، فعالیت‌های حشره‌کشی اسانس آن‌ها به ندرت ارزیابی شده است. خانواده چتریان (Apiaceae) بیشتر به دلیل اسانس‌های رایج در بسیاری از اعضای خانواده شناخته شده‌اند. این گیاهان از دوران ماقبل تاریخ مورد استفاده بشر بوده و یکی از منابع اصلی گیاهان آشپزی، سبزی و دارویی در سراسر جهان می‌باشد.

باریجه (اشق، قاسنی)، *Ferula gummosa* boiss با نام عمومی Galbanum ازخانواده Umbelliferae (Apiaceae) ،گیاهی چند ساله، منوکارپیک (بعد از ۵–۶ سال ساقه ی گلدهنده ظاهر می‌شود)، وحشی و بومی نواحی کوهستانی مرطوب و نیمه خشک ایران و چند کشور حوزه دریای مدیترانه است. این گیاه در قسمت‌های شمالی و جنوبی کشور رشد می‌کند. عمده رویشگاه‌های گیاه در استان‌های خراسان، اصفهان، تهران، مازندران، مرکزی و زنجان می‌باشد. به شیرابه‌ای که در اثر خراش-های طبیعی یا مصنوعی از ریشه، ساقه، برگ و میوه گیاه تراوش می‌شود، اصطلاحاً باریجه (Galbanum) گویند. صمغ حاصل از گیاه، جز فرآورده‌های فرعی مرتع بوده و به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی – صنعتی صادراتی کشور محسوب می‌شود. از ساقه و قاعده ساقه در اثر شکاف دادن شیرابه خارج می‌شود. رزین باریجه دارای ۳–۵ درصد اسانس، ۵۰–۷۰ درصد رزین، ۲۰–۴۰ درصد مواد صمغی، ۱–۱۰ درصد رطوبت و مواد معدنی می‌باشد (Zarifkar *et al*., 2007).

از باریجه بیشتر به عنوان طعم‌دهنده در محصولات غذائی مانند نوشابه‌های غیرالکلی و فرآورده‌های گوشتی و یا معطرکننده و تثبیت‌کنندۀ عطرها در فرآورده‌های آرایشی استفاده می‌شود. از باریجه در گذشته همراه با آنغوزه در ناراحتی‌های عصبی استفاده می‌شده است. بنابر اعتقاد دامداران مصرف بوتۀ باریجه بوسیله حیوانات اهلی در تولید شیر آنها مؤثر است. لذا در مناطقی که دامداران از نظر تأمین علوفه زمستانه در مضیقه می‌باشند، می‌توان اجازۀ جمع‌آوری ساقه‌های خشک شده را پس از ریزش بذرهای تولیدی به آنها داد (Batuli, 1994). باریجه اثر نیرودهنده و ضد تشنج دارد ولی امروزه کمتر در مصارف داخلی به کار می‌رود. در ایران به عنوان رفع درد معده از آن استفاده می‌شود. مصارف صنعتی باریجه بسیار زیاد بوده و از آن چسب الماس تهیه می‌شود (Sayyah *et al.,* 2002).

تحقیقات مختلفی بر روی خواص مختلف اسانس باریجه، *F. gummosa* و تاثیر آن بر حشرات و کنه‌ها انجام شده است. قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al*., 2013) سم شناسی و اثرات سمی اسانس *F. gummosa* علیه لارو پروانه مدیترانه ای آرد، *E. kuehniella* از طریق قرار گرفتن در معرض اسانس و اثر موضعی آنرا را بررسی کرده است. نتایج نشان داد که سمیت تنفسی اسانس باریجه، *F. gummosa* علیه لارو *E. kuehniella* بسیار بالا است. مشاهدات هماتولوژیک نشان داد که در مقایسه با سمیت تنفسی، کاربرد موضعی اسانس باریجه باعث کاهش شدید تعداد هموسیت کل لاروهای تیمار شده به روش

وابسته به دز در تمام فواصل زمانی شد. همچنین، نشان داده شده است که پلاسماتوسیت‌ها و گرانولوسیت‌ها حساس‌ترین هموسیت‌های لارو *E. kuehniella* به اسانس مورد آزمایش پس از مصرف موضعی بودند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده موضعی از اسانس *F. gummosa* باعث کنترل موثر *E. kuehniella* شده و اثرات منفی بر سلول‌های ایمنی آن دارد. بتا- پینین (۸۷/۳ درصد) تا حد زیادی جزء اختصاصی غالب اسانس *F. gummosa* بود. این ماده فعال از جمله سمی‌ترین ترکیبات شیمیایی است که در اسانس‌های گیاهی شناسایی شده و فعالیت‌های بیولوژیکی آن توسط محققان مختلف به اثبات رسیده است.

همچنین در بین مواد آزمایش شده، ثابت شده که اسانس *F. gummosa* دارای بالاترین سمیت تنفسی بر زنبورهای عسل می‌باشد. محمودوند و همکاران (Mahmoudvand *et al*., 2011) گزارش کردند که اثر اسانس *F. gummosa* بیشتر از *Ellateria cardamomum* و *Salvia Officinalis* بر حشرات بالغ *Sitophilus granaries* است. فعالیت حشره‌کشی *F. gummosa* توسط حسین پور (Hosseinpour, 2009) گزارش شده که در آن اثبات نموده اند که حساسیت *Tribolium castaneum* به اسانس باریجه کمتر از *S. granarius* بود.

بر اساس اطلاعات موجود، هیچ گزارش منتشر شده ای در مورد فعالیت اسانس باریجه، *F. gummosa* بر تخم‌ریزی و نرخ تفریخ تخم شب‌پره آرد و پارازیتوئید لاروی آن وجود ندارد. لذا هدف از این مطالعه، بررسی تاثیر اسانس باریجه بر تخم‌ریزی و نرخ تفریخ تخم شب‌پره آرد، *E. kuehniella* و پارازیتوئید لاروی آن *H. hebetor* بود.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

لارو شب‌پره آرد، *Ephestia kuehniella* در ظروف پلاستیکی (طول ۲۰× عرض ۱۴× ارتفاع ۸ سانتی متر) حاوی آرد گندم مخلوط با مخمر (۱۰:۱، وزنی) پرورش داده شد. پرورش در یک محفظه رشد در دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و در شرایط تاریکی در دستگاه ژرمیناتور انجام شد. تمام مراحل آزمایشات در شرایطی مشابه با شرایط پرورش انجام شد. زنبور پارازیتوئید لاروی، *Habrobracon hebetor* روی لاروهای سن سوم شب‌پره آرد، *E. kuehniella* تخم گذاشتند و لاروهای پارازیتوئید پس از خروج از تخم از لارو *E. kuehniella* در شرایط تاریکی در اتاقک رشد با دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد تغذیه نمودند.

مواد گیاهی

صمغ (رزین) گیاه باریجه (galbanum)، *F. gummosa* در شهریور ماه از شرکت باریج اسانس، ایران برای استخراج اسانس جمع آوری و تهیه گردید.

استخراج اسانس

اسانس از نمونه‌های صمغ گیاهی با روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر استخراج شد. ماده خشک شده گیاهی شامل ۲۰ گرم رزین باریجه، *F. gummosa* در یک فلاسک ته گرد قرار داده شد و ۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر برای پوشش مواد به آن اضافه شد. فلاسک روی یک هیتر در دمای حدود ۱۰۰ درجه سلسیوس گرم شد تا بخارهایی خارج شود که در آب خنک کننده، متراکم شوند. اسانس پس از مدت ۴ ساعت از فرآیند تقطیر در مخزن جمع آوری شد.

آزمایشات زیست سنجی

بررسی اثر اسانس باریجه بر تخم‌ریزی شب پره آرد

در این آزمایش براساس روش صحاف و محرمی پور (Sahaf and Moharramipour, 2008) در آزمایش مقدماتی غلظت-های بین ۱۰ تا ۹۰ درصد محاسبه گردید و پس از تعیین غلظت های اصلی، با کمک میکروپیپت، غلظت‌های ۵، ۶/۳، ۸/۱۳، ۱۰/۵، ۱۳/۵ و ۱۷/۵ میکرولیتر بر لیتر هوا اسانس در شیشه‌های درپوش دار به حجم ۴۰ میلی‌لیتر در یخچال قرار داده شدند. با استفاده از آسپیراتور یک جفت حشره نر و ماده یک‌روزه شب‌پره آرد اضافه گردید. پس از ۲۴ ساعت تعداد تخم‌های گذاشته شده با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش و درصد بازدارندگی تخم‌ریزی محاسبه شد. این آزمایش در ۱۰ تکرار انجام شد.

$$\text{Oviposition deterrence} = \left(1 - \frac{NE_t}{NE_c}\right)100$$

NE_t = تعداد تخم در تیمار

NE_c = تعداد تخم در شاهد

بررسی اثر اسانس باریجه روی تفریخ تخم شب‌پره آرد

در بررسی خاصیت تخم‌کشی اسانس باریجه، بر اساس روش شاکرمی (Shakrami, 2012)، ۲۰ جفت حشره نر و ماده یک‌روزه شب‌پره آرد در ظروف مخصوص جفتگیری رهاسازی شدند. به پروانه‌ها اجازه داده شد که به مدت یک روز تخم‌ریزی کنند. سپس به وسیله یک عدد قلم موی نرم تعداد ۱۰ عدد تخم یک‌روزه در ظروف شیشه‌ای به حجم ۴۰ میلی‌لیتر قرار داده شد. در آزمایش مقدماتی غلظت‌های بین ۱۰ تا ۹۰ درصد محاسبه گردید و پس از تعیین غلظت های اصلی، در این آزمایش تخم‌های یک‌روزه در معرض اسانس قرار گرفتند. به کمک سمپلر، از اسانس باریجه مقادیر ۷۵، ۱۰۹/۶، ۱۵۸/۵، ۲۹۹/۱، ۳۳۱/۱۳، ۴۷۸/۶، ۶۹۱/۲ و ۱۰۰۰ میکرولیتر بر لیتر هوا روی یک کاغذ صافی (Whatman 42) به قطر ۲ سانتی‌متر ریخته و جهت پخش یکنواخت اسانس، کاغذ صافی در داخل درپوش ظروف شیشه‌ای قرار داده شد. به منظور جلوگیری از نفوذ اسانس به بیرون، درب ظروف از اطراف با نوار پارافیلم مسدود گردید. پس از ۲۴ ساعت تخم‌ها از ظروف تیمار خارج و به ظروف عاری از اسانس منتقل گردید. پس از تفریخ کامل تخم‌ها در ظرف شاهد، با کمک استریومیکروسکوپ تعداد تخم‌های تفریخ شده در ظروف تیمار نیز شمارش گردید. ملاک تفریخ تخم، خروج لارو سن اول و مشاهده پوسته تخم بود. آزمایش در ۵ تکرار همراه با شاهد انجام شد.

بررسی اثر اسانس باریجه بر تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید

این بررسی در قالب دو آزمایش انجام شد:

الف- در آزمایش اول با استفاده از یک قلم موی نرم یک جفت حشره نر و ماده یک‌روزه زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* به شیشه‌های ۴۰ میلی‌لیتری حاوی ۱۰ لارو سن سوم تیمار شده شب‌پره آرد با غلظت‌های زیرکشنده اسانس باریجه بدست آمده از آزمایش قبلی ۲/۵، ۴/۴ و ۷/۵، ۱۰، ۱۴/۷ و ۱۷/۶ میکرولیتر بر لیتر هوا، که ۲۴ ساعت در معرض اسانس قرار گرفته بودند، اضافه شد. پس از ۲۴ ساعت تعداد تخم‌های گذاشته شده روی لاروهای تیمار شده توسط زنبور پارازیتوئید با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش گردید و درصد بازدارندگی تخم‌ریزی مانند روش فوق محاسبه شد. این آزمایش در ۵۰ تکرار انجام شد.

ب- در آزمایش دوم ابتدا ظروف شیشه ای ۴۰ میلی لیتری با اسانس باریجه بدست آمده از آزمایش قبلی ۱/۳، ۲/۵، ۳/۶، ۴/۴، ۶/۲ و ۷/۵ میکرولیتر بر لیتر هوا اسانس باریجه آغشته شد. غلظت مورد نظر روی کاغذ صافی به قطر ۲ سانتی‌متر ریخته شد و جهت پخش یکنواخت اسانس، کاغذ صافی در داخل درپوش ظروف شیشه‌ای قرار داده شد. سپس با استفاده از یک قلم موی نرم یک جفت حشره نر و ماده یک‌روزه زنبور پارازیتوئید به شیشه‌های تیمار شده اضافه شد. پس از ۲۴ ساعت از شروع

اسانس‌دهی زنبورها را در ظروف عاری از اسانس قرار داده و ۱۰ لارو سن سوم شب پره آرد در اختیار هر جفت از زنبورهای تیمار شده قرار گرفت. تعداد تخم‌های گذاشته شده روی لاروهای تیمار شده توسط زنبور پارازیتوئید پس از ۲۴ ساعت با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش گردید و درصد بازدارندگی تخم‌ریزی مانند روش فوق محاسبه شد. این آزمایش در ۵۰ تکرار انجام شد.

بررسی اثر اسانس باریجه روی میزان تفریخ تخم زنبور پارازیتوئید

این بررسی در قالب دو آزمایش انجام شد:

الف– در آزمایش اول با استفاده از یک قلم موی نرم یک جفت حشره نر و ماده یک‌روزه زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* به شیشه‌های ۴۰ میلی‌لیتری حاوی ۱۰ لارو سن سوم تیمار شده شب‌پره آرد با غلظت‌های زیرکشنده اسانس باریجه بدست آمده از آزمایش قبلی ۲/۵، ۴/۴، ۶/۲، ۷/۵ و ۱۰ میکرولیتر بر لیتر هوا، که ۲۴ ساعت در معرض اسانس قرار گرفته بودند، اضافه شد. سپس تعداد تخم‌های گذاشته شده روی لاروهای تیمار شده که تفریخ شده بودند با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش گردید. این آزمایش در ۵۰ تکرار انجام شد.

ب– در آزمایش دوم ابتدا ظروف شیشه ای ۴۰ میلی‌لیتری با غلظت زیرکشنده اسانس باریجه بدست آمده از آزمایش قبلی ۱/۳، ۲/۵، ۳/۶، ۴/۴، ۶/۲ و ۷/۵ میکرولیتر بر لیتر هوا اسانس باربجه آغشته شد. غلظت مورد نظر روی کاغذ صافی به قطر ۲ سانتی‌متر ریخته شد و جهت پخش یکنواخت اسانس، کاغذ صافی داخل درپوش ظروف شیشه‌ای قرار داده شد. سپس با استفاده از یک قلم موی نرم یک جفت حشره نر و ماده یک‌روزه زنبور پارازیتوئید به شیشه‌های تیمار شده اضافه شد. پس از ۲۴ ساعت از شروع اسانس‌دهی زنبورها را در ظروف عاری از اسانس قرار داده و ۱۰ لارو سن سوم شب‌پره آرد در اختیار هر جفت از زنبورهای تیمار شده قرار گرفت. تعداد تخم‌های گذاشته شده روی لاروهای تیمار شده توسط زنبور پارازیتوئید که تفریخ شده بودند، با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش گردید و درصد تفریخ تخم محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری

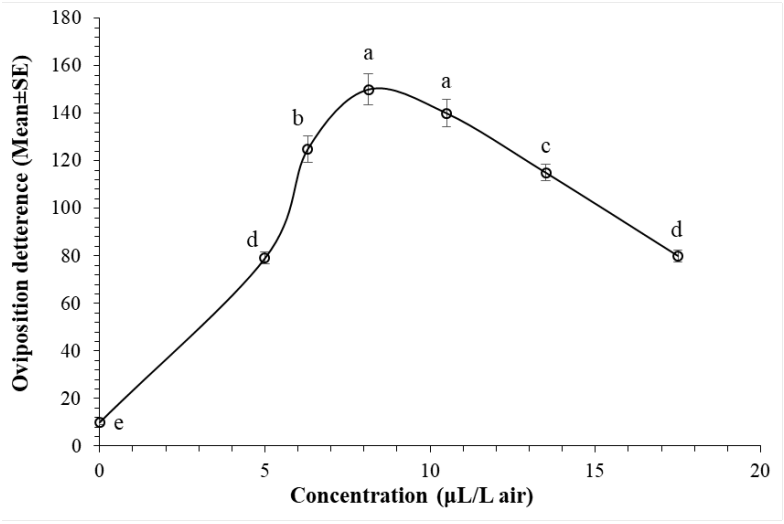
داده‌ها قبل از تجزیه آماری با استفاده از فرمول $\sqrt{\frac{X}{100}}$ Arcsin نرمال شدند. برای به دست آوردن مقادیر غلظت های کشنده و زیر کشنده به روش Finney (1971) از نرم افزار SPSS 19 استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت و ترسیم شکل‌ها به وسیله نرم افزار Excel انجام شد. بررسی و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

اثر اسانس باریجه بر تخم‌ریزی شب‌پره آرد

نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسانس، درصد بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا می‌کند (شکل ۱). در تمام غلظت‌ها میزان بازدارندگی تخم‌ریزی شب‌پره آرد توسط اسانس باریجه تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد. در حالی‌که میزان بازدارندگی تخم‌ریزی در بالاترین و پایین‌ترین غلظت‌های به‌کار برده شده (۵ و ۱۸ میکرولیتر بر لیتر هوا) با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشته اند (جدول ۱). این آزمایش نشان داد که میزان تخم‌ریزی در ابتدا با افزایش غلظت افزایش می‌یابد، ولی با ادامه این روند میزان تخم‌ریزی کاهش پیدا می کند (شکل ۱).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده نشان داد که بین غلظت‌های مختلف اسانس از نظر بازدارندگی تخم‌ریزی اختلاف معنی‌داری وجود داشته ($F=6.33; df=5; P<0.01$) و افزایش غلظت اسانس باعث افزایش میزان بازدارندگی تخم‌ریزی شب‌پره آرد می‌گردد (شکل ۱).

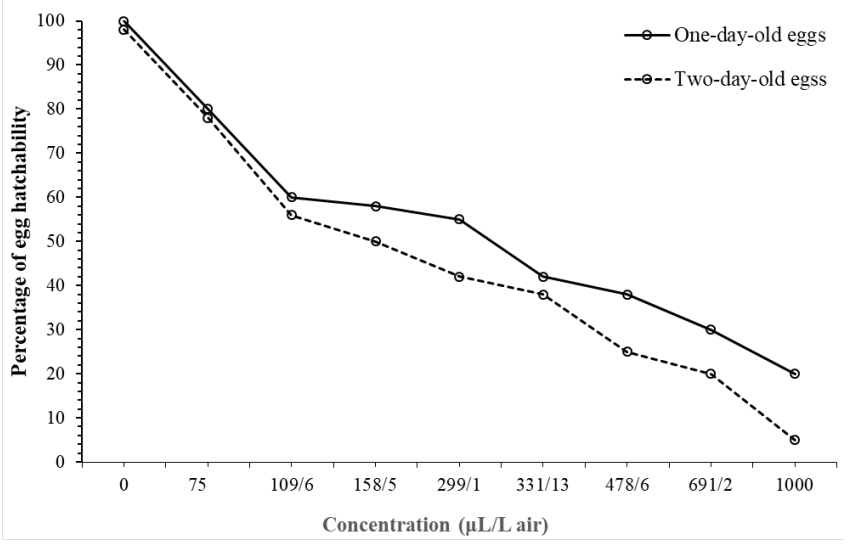


شکل ۱- درصد بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل شب‌پره آرد تحت تیمار غلظت‌های مختلف اسانس باریجه.

Fig. 1- Oviposition deterrence percentage of the flour moth, *E. kuehniella* aduts treated with different concentrations of *F. gummosa* essential oil.

اثر اسانس باریجه روی تفریخ تخم شب‌پره آرد، *E. kuehniella*

نتایج به دست آمده نشان داد ($F=8.45$; $df=5$; $P<0.01$) که با افزایش غلظت اسانس صمغ باریجه، میزان مرگ و میر در تخم‌ها افزایش پیدا کرده است (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میزان تفریخ تخم‌های یک و دو روزه شب‌پره آرد آردپس از ۲۴ ساعت اسانس‌دهی.

Fig. 2- Comparison of the hatching rate of one- and two-day-old eggs of the flour moth, *E. kuehniella* after 24 hours of the galbanum, *F. gummosa* essential oil application.

مقادیر LC_{50} محاسبه شده نشان می‌دهد که با افزایش سن تخم، میزان حساسیت آن‌ها نسبت به اسانس گیاهی افزایش یافته است. با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود که تخم ۲ روزه شب پره آرد نسبت به تخم ۱ روزه حساسیت بیشتری به اسانس نشان داده است. چنان که میزان مرگ و میر تخم ۱ و ۲ روزه به ترتیب در غلظت‌های ۲۵۷/۶۱۳ و ۱۷۶/۱۷۲ میکرولیتر بر لیتر هوا از اسانس صمغ باریجه به ۵۰ درصد رسیده است. اسانس صمغ باریجه در غلظت‌های ۳۴/۳۱۳ و ۳۱/۶۷۵ میکرولیتر

بر لیتر هوا به ترتیب باعث ۹۰ درصد مرگ و میر در تخم‌های ۱ و ۲ روزه گردید، که با در نظر گرفتن حدود اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین این مقادیر مشاهده می‌شود.

جدول ۱- مقادیر LC_{50} محاسبه شده در بررسی سمیت تنفسی اسانس باریجه روی تخم‌های شب پره آرد.

Table 1- LC_{50} values calculated in the study of fumigant toxicity of the galbanum, *F. gummosa* essential oil application on the flour moth, *E. kuehniella* eggs.

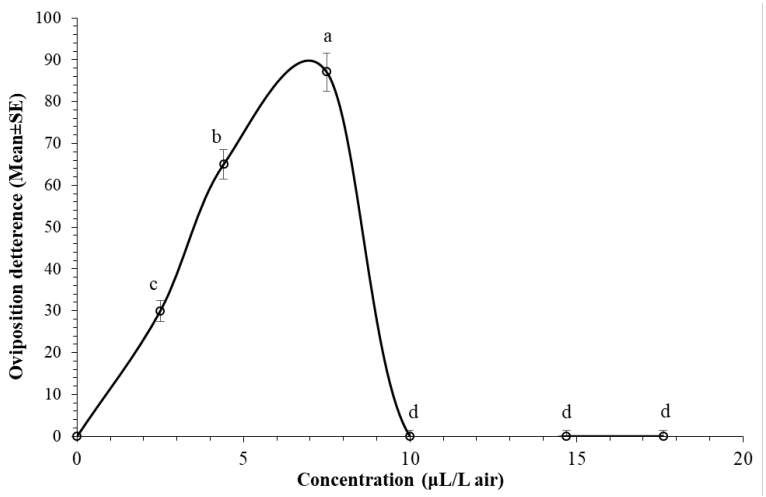
Egg age	N	LC_{50}^{*} (µL/L air)	Slope±SE	Intercept±SE	χ^2	df	P-Value
One-day-old	450	257.61 (207.30–316.42)	-1.46±0.19	3.53±0.47	3.57	7	0.735
Two-day old	450	176.17 (141.04–211.72)	-1.72±0.20	3.86±0.48	5.92	7	0.432

95% confidence limits are given in parentheses*

اثر اسانس باریجه بر تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor*

تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید روی لارو تیمار شده شب‌پره آرد با اسانس باریجه

نتایج تجزیه داده‌ها نشان داد در حالتی‌که زنبورهای پارازیتوئید روی لاروهای تیمار شده شب‌پره آرد با غلظت‌های مختلف اسانس باریجه تخم‌گذاری کنند، با افزایش غلظت اسانس، درصد بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل ابتدا افزایش پیدا می‌کند و میزان تخم‌ریزی ابتدا کاهش می‌یابد و سپس با افزایش غلظت اسانس (بیش از ۷/۵ میکرولیتر بر لیتر هوا) میزان درصد بازدارندگی تخم‌ریزی زنبورها به شدت کاهش می‌یابد (شکل ۳). همچنین در تمام غلظت‌های به کار برده شده، میزان بازدارندگی تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید توسط اسانس باریجه تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد (جدول ۳). بیشترین میزان درصد بازدارندگی تخم‌ریزی در غلظت ۷/۵ میکرولیتر بر لیتر هوا (۹۴/۳۹ درصد) مشاهده شد و سپس در غلظت ۱۰ میکرولیتر بر لیتر هوا، میزان بازدارندگی تخم‌ریزی به ۱/۸۷ درصد رسید (شکل ۳).



شکل ۳- درصد بازدارندگی تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* روی لاروهای تیمار شده شب‌پره آرد با غلظت‌های مختلف اسانس باریجه.

Fig. 3- Oviposition deterrence percentage of parasitoid wasp, *H. bhebetor* on the *E. kuehniella* larvae treated with different concentrations of *F. gummosa* essential oil.

تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید تیمار شده با اسانس باریجه روی لارو شب‌پره آرد

نتایج نشان داد در حالتی‌که زنبورهای پارازیتوئید با غلظت‌های مختلف اسانس باریجه تیمار شده باشند، و بر روی لاروهای شب‌پره آرد تخم‌گذاری کنند، با افزایش غلظت اسانس، درصد بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل افزایش پیدا می‌کند. همچنین در تمام غلظت‌های به‌کار برده شده، میزان بازدارندگی تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید توسط اسانس باریجه تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد (جدول ۲). بیشترین میزان تخم‌ریزی در بالاترین غلظت (۷/۵ میکرولیتر بر لیتر هوا) ۱۰/۲۸ درصد بوده است (جدول ۲). مقایسه نتایج این آزمایش با آزمایش میزان بازدارندگی تخم ریزی حشرات کامل شب‌پره آرد و آزمایش قبلی نشان داد که این آزمایشات نتایج متفاوتی با یکدیگر داشته اند (شکل ۱ و جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد بازدارندگی تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسانس باریجه روی لاروهای شب‌پره آرد.

Table 2- Comparison of the oviposition detterence of parasitoid wasp, *H. hebetor* treated with different concentrations of *F. gummosa* essential oil on the *E. kuehniella* larvae.

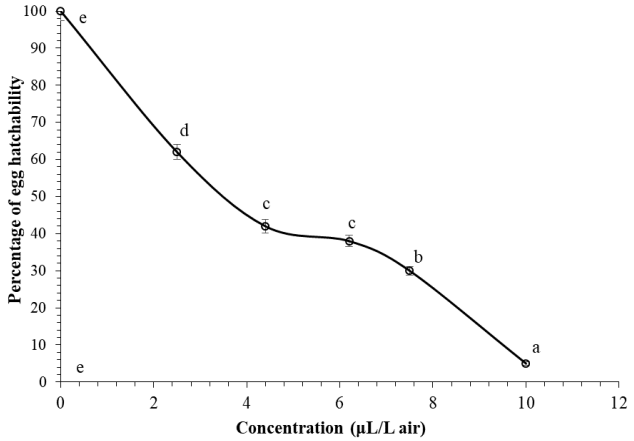
Concentrations (µL/L air)	Oviposition detterence (Mean±SE)
1.3	76.63±2.33 a
2.5	55.14±3.25 b
3.6	47.66±2.18 bc
4.4	35.51±2.33 cd
6.2	24.30±2.86 d
7.5	10.28±2.59 e

Similar letters show non significant differenc.

اثر اسانس باریجه بر تفریخ تخم زنبور پارازیتوئید *H. hebetor*

اثر اسانس باریجه بر میزان تفریخ تخم زنبور روی لاروهای تیمار شده شب‌پره آرد

نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش غلظت اسانس باریجه، تفریخ تخم‌هایی که توسط زنبورهای پارازیتوئید روی لاروهای تیمار شده شب‌پره آرد گذاشته شده بودند، کاهش پیدا کرده است. همچنین میزان مرگ و میر ایجاد شده در غلظت‌های مختلف اسانس با در نظر گرفتن حدود اطمینان ۹۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند (شکل ۴).



شکل ٤- درصد تفریخ تخم زنبور پارازیتویید *H. hebetor* روی لاروهای تیمار شده شب پره آرد با اسانس باریجه.

Fig. 4- Eclosion percentage of parasitoid wasp, *H. hebetor* eggs oviposited on the treated larvae of *E. kuehniella* with of the galbanum, *F. gummosa* essential oil.

میزان LC_{50} محاسبه شده برای تخم‌های ذکر شده، ۳/۷۸۷ میکرولیتر بر لیتر هوا به دست آمد (جدول ۳). مقایسه نتایج این آزمایش با آزمایش اثر اسانس روی تفریخ تخم یک روزه و دو روزه شب‌پره آرد (LC_{50}= 257.613, 176.172 µl/l air) نشان داد که تخم‌های زنبور پارازیتوئید در برابر اسانس باریجه بسیار حساس‌تر هستند.

جدول ۳- مقدار LC_{50} محاسبه شده در بررسی سمیت تنفسی اسانس باریجه بر میزان تفریخ تخم‌های گذاشته شده روی لاروهای تیمار شده شب پره آرد.

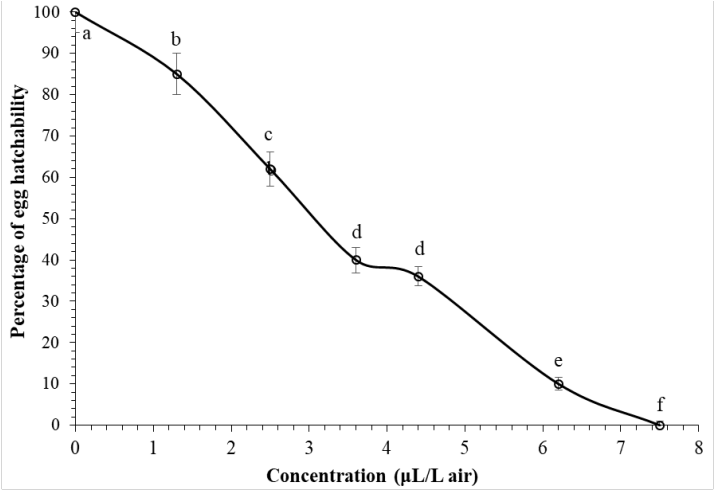
Table 3- LC_{50} value calculated in the study of fumigant toxicity of the galbanum, *F. gummosa* essential oil on *H. hebetor* eggs oviposited on the treated larvae of *E. kuehniella*.

N	LC_{50}* (µL/L air)	Slope±SE	Intercept±SE	χ^2	df	P-Value
500	3.79 (3.03–4.52)	-1.92±0.39	1.11±0.26	0.07	4	0.797

95% confidence limits are given in parentheses*

اثر اسانس باریجه بر میزان تفریخ تخم‌های تیمار شده زنبور پارازیتوئید

نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش غلظت اسانس باریجه، تفریخ تخم‌هایی که توسط زنبورهای تیمار شده روی لاروهای شب‌پره آرد گذاشته شده بودند، کاهش پیدا کرده است (شکل ۵). همچنین میزان مرگ و میر ایجاد شده در غلظت‌های مختلف اسانس با در نظر گرفتن حدود اطمینان ۹۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند.



شکل ۵- درصد تفریخ تخم زنبور پارازیتویید *H. hebetor* تیمار شده با اسانس باریجه روی لارو شب پره آرد.

Fig. 5- Eclosion rate of parasitoid wasp, *H. hebetor* eggs treated with of the galbanum, *F. gummosa* essential oil on the flour moth, *E. kuehniella*.

جدول ٤- مقدار LC_{50} محاسبه شده در بررسی سمیت تنفسی اسانس باریجه بر میزان تفریخ تخم‌های تیمار شده زنبور پارازیتویید *H. hebetor*.

Table 4- LC_{50} value calculated in the study of fumigant toxicity of the galbanum, *F. gummosa* essential oil on *H. hebetor* eggs treated with essential oil.

N	LC_{50}* (µL/L air)	Slope±SE	Intercept±SE	χ^2	df	P-Value
700	2.89 (2.65–3.13)	-3.51±0.31	1.62±0.17	5.02	6	0.171

95% confidence limits are given in parentheses*

میزان LC_{50} محاسبه شده برای تخم‌های ذکر شده ۲/۸۸۷ میکرولیتر بر لیتر هوا به دست آمد (جدول ۴). میزان LC_{50} محاسبه شده در دو آزمایش اخیر با یکدیگر متفاوت بود و نشان داد که درصد تفریخ تخم‌هایی که توسط زنبورهای تیمار شده گذاشته می‌شوند، کمتر از این مقدار برای زنبورهای تیمار نشده بود (جدول ۳ و ۴).

بحث

اسانس‌ها ترکیبات شیمیایی گیاهی با فعالیت‌های حشره‌کشی بسیار خوبی هستند (Lee *et al*., 2008; Chu *et al*., 2011). به دلیل نوسانات بالای آن‌ها در شرایط دمای طبیعی، آن‌ها داری خاصیت تدخینی برای کنترل آفات انباری هستند (Tripathi *et al*., 2002; Ayvaz *et al*., 2010). این مطالعه با هدف ارزیابی تاثیر اسانس باریجه بر تخم‌ریزی و نرخ تفریخ تخم شب‌پره آرد، *E. kuehniella* و پارازیتوئید لاروی آن *H. hebetor* انجام شد. در زمینه اثرات بازدارندگی تخمریزی و ضدتخمگذاری برخی اسانس‌های گیاهی روی برخی آفات مطالعات محدودی صورت گرفته است. اثرات قطعی اسانس گیاهان رزماری، *Rosmarinus officinalis* L.، نعناع فلفلی، *Mentha piperita* L.، مرزنگوش، *Organum mojorana* L.، اسطوخودوس، *Lavandula stoechas* L. روی تریپس پیازگزارش شده است (Koschier and Sedy, 2003). همچنین نتایج این مطالعه با تحقیقات صورت گرفته در مورد اسانس گیاهان آویشن، نعناع هندی و لیمو (Yang *et al*., 2010) و اثرات اسانس گیاه زنجبیل، *Zingiber officinalis* L. (Bakkali *et al*., 2008) روی سفیدبالک *Bemisia argentifolii* Bellows انطباق داشت. 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).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که LC_{50} تخم‌های یک و دو روزه *E. kuehniella* و تخم *H. hebetor* که روی لاروهای تیمار شده شب‌پره آرد گذاشته شده بودند به ترتیب ۲۵۷/۶۱۳، ۱۷۶/۱۷۲ و ۳/۷۸۷ میکرولیتر بر لیتر هوا بود. نتایج نشان داد که حشره بالغ و تخم زنبور *H. hebetor* نسبت به این اسانس بسیار حساس‌تر از شب‌پره آرد است. نتایج تحقیقات حسین پور (Hosseinpour, 2009) نشان داد که LC_{50} محاسبه شده اسانس باریجه برای تخم‌های یک‌روزه سوسک چهارنقطه ای حبوبات، *C. maculatus* برابر با ۱۶/۲۴ میکرولیتر بر لیتر هوا بوده، که در مقایسه با این مقدار برای تخم‌های یک روزه شب‌پره آرد بسیار کمتر می‌باشد. این مطلب نشان دهنده تحمل بیشتر تخم‌های شب‌پره آرد به اسانس باریجه می‌باشد. Tunc و همکاران (2000) نیز اثرات تخم‌کشی اسانس گیاهان *Pimpinella anisum* L.، *Cuminum cyminum* L.، *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.، *Origanum syriacum* L. و *Rosmarinus officinalis* L. را روی تخم شب‌پره آرد بررسی نمودند. بیشترین میزان مرگ و میر توسط اسانس‌های *P. anisum* و *C. cyminum* مشاهده شد، به طوری که در تمام غلظت ها باعث ایجاد ۱۰۰ درصد مرگ و میر گردیدند.

آنچه از نتایج این بررسی و تحقیقات انجام شده روی اثر تخم‌کشی اسانس گیاهی صورت گرفته بر می‌آید این است که با افزایش غلظت اسانس میزان مرگ و میر در تخم حشره افزایش می‌یابد و میزان اثر غلظت‌های مختلف اسانس با هم اختلاف معنی‌داری دارد (Ho *et al*., 1997; Huang *et al*., 1997; Huang *et al*., 2000; Tunc *et al*., 2000; Papachristos and Stamopoulos, 2004). همچنین مقایسه نتایج آزمایش میزان بازدارندگی تخمریزی حشرات کامل شب‌پره آرد و پارازیتوئید لاروی نشان داد که این دو آزمایش نتایج مشابهی با یکدیگر داشته اند و روند بازدارندگی تخم‌ریزی حشرات کامل شب پره آرد و زنبور پارازیتوئید آن مشابه یکدیگر است.

نتایج ما نشان داد که اسانس باریجه دارای اثرات سمی بر بازدارندگی تخمریزی و کاهش تفریخ تخم مرحله بالغ ماده *H. hebetor* است. در مجموع در هر دو حالت (تیمار زنبورهای پارازیتوئید با غلظت‌های زیرکشنده و یا تیمار لاروهای شب‌پره آرد

با غلظت‌های زیرکشنده) باعث کاهش تفریخ تخم زنبورهای پارازیتوئید می‌گردد. لذا در بکارگیری غلظت‌های مناسب اسانس جهت کنترل آفت باید دقت کافی نمود تا جمعیت دشمن طبیعی نیز حفظ گردد. به این مطلب نیز باید توجه نمود که گرچه ممکن است غلظت‌های زیرکشنده اسانس باعث ایجاد مرگ و میر در جمعیت دشمن طبیعی نمی‌گردند ولی می‌توانند کاهش دهنده میزان تخم‌ریزی و یا تفریخ تخم‌های دشمن طبیعی باشند و از این طریق جمعیت دشمن طبیعی در نسل‌های بعدی کاهش پیدا می‌کند.

مطالعات اندکی در مورد سمیت اسانس‌های گیاهی علیه زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* وجود دارد. به عنوان مثال، سمیت اسانس *Ferula assafoetida* روی خصوصیات بیولوژیکی *H. hebetor* در شرایط آزمایشگاهی توسط Hashemi *et al*., 2014 نشان داده شده است. همچنین González *et al*., 2013 اثرات کشنده و زیرکشنده چهار اسانس را بر پارازیتوئید تخم، *Trissolcus basalis* مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که اسانس‌های گیاهی تأثیر منفی بر پارامترهای رشد جمعیت این زنبور انگلی دارند. دلایل حشره‌کشی اسانس‌های گیاهی را می‌توان به ترکیبات شیمیایی آن‌ها نسبت داد. گزارش‌هایی در مورد فعالیت حشره‌کشی o-Cymene (Jemâa *et al*., 2012)، Carvone (Ibrahim *et al*., 2001) و هگزیل بوتیرات (Comisi *et al*., 2009) باریجه وجود دارد. چندین رویکرد برای مطالعه اثرات آفت‌کش‌ها بر دشمنان طبیعی، مانند اثر کشنده، و قرار گرفتن دشمنان طبیعی در معرض دوزهای کشنده مورد استفاده قرار گرفته است (Desneux *et al*., 2006). تحقیقات نشان می دهد که مرگ و میر دشمن طبیعی (Rodani) *Dinarmus basalis* در حضور اسانس *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. افزایش می‌یابد و در این حالت حشره آفت *C. maculatus* به خوبی کنترل نمی‌گردد. به دلیل اینکه جمعیت دشمن طبیعی در مدت کوتاهی در معرض اسانس قرار گرفته و از بین می‌رود (Ketoh *et al.,* 2005).

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. بر اساس این نتایج آزمایشگاهی، به نظر می‌رسد که اسانس باریجه *F. gummosa* به‌طور بالقوه با رویکرد انتخاب شده IPM سازگارتر است. پس از مطالعات آزمایشگاهی، توجه بیشتری باید به آزمایش‌های محیط انباری برای به دست آوردن نتایج کاربردی‌تر در شرایط انباری معطوف شود.

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

Arnason, J. T., Philogene, B. J. R. and Morand, P. 1989. Insecticides of plant origin. American Chemical Society, Washington. DC. 776 pp.

Ayvaz, A., Sagdic, O., Karaborklu, S. and Ozturk, I. 2010. Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored product insects. *Journal of Insect Science*, 10:21.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. and Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475.

Batuli, H. 1994. The effects of harvesting methods on production and viability of Galbanum (*Ferula gummosa*). In: *Proceeding of the First National Conference on Rangeland and Range Management in Iran*, Isfahan University, pp. 66–71.

Chu, S.S., Wang, C.F., Du, S.S., Liu, S.L. and Liu, Z.L. 2011. Toxicity of the essential oil of *Illicium difengpi* stem bark and its constituent compounds towards two grain storage insects. *Journal of Insect Science*, 11:152.

Cosimi, S. Rossi, E., Cioni, P.L. 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* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). *Journal of Stored Products Research*, 45: 125-132.

Desneux, D., Ramirez -Romero, R. and Kaiser, L. 2006. Multistep bioassay to predict recolonization potential of emerging parasitoid after a pesticide treatment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25: 2675-2682.

Finney, D.J. 1971. Probit Analysis, 3rd Edition. Cambridge University, London. 333 pp.

Ghasemi, V., Khoshnood Yazdi, A., Zaker Tavallaie, F. and Jalali Sendi, J. 2013. Effect of essential oils from *Callistemon viminalis* and *Ferula gummosa* on toxicity and on the hemocyte profile of *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae). *Archives of Phytopathology & Plant Protection*, 1(1): 1-11.

González, J.O.W., Laumann, R.A., da Silveira, S., Miguel, M., Borges, M.C.B. and Ferrero, A.A. 2013. Lethal and sublethal effects of four essential oils on the egg parasitoids *Trissolcus basalis*. *Chemosphere*, 92: 608-615.

Hashemi, Z., Goldansaz, S.H. and Hosseini Naveh, V. 2014. Effects of *Ferula assafoetida* essential oil on biological characteristics of *Habrobracon hebetor* (Hym.: Braconidae) in vitro. 21th Congress of Plant Protection, Orumiyeh, Iran.

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.

Ho, S.H., Koh, L., Ma, Y., Huang, Y. and Sim, K.Y. 1997. The oil of garlic, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Postharvest Biology and Technology*, 9: 41-48.

Hosseinpour, M.H. 2009. Efficacy of essential oil extracts from galbanum, *Ferula gummosa* Boiss and *Artemisia annua* L. against two stored products pests. M.Sc. theiss in Agricultural Entomology, Shahed University, 110 p.

Huang, Y., Tan, J.M.W.L., Kini, R.M. and Ho, S.H. 1997. Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Journal of Stored Products Research*, 33(4): 289-298.

Huang, Y., Lam, S.L. and Ho, S.H. 2000. Bioactivity of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research*, 36: 107-117.

Ibrahim, M.A., Kainulainen, P., Aflatuni, A., Tiilikkata, K. and Holopainen, J.K. 2001. Insecticidal, repellent, antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: With special reference to

limonene and its suitability for control of insect pests. *Agricultural and Food Science in Finland*, 10: 243 -259.

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

Jemâa, J.M.B., Haouel, S., Bouaziz, M. and Khouja, M.L. 2012. Seasonal variations in chemical composition and fumigant activity of five *Eucalyptus* essential oils against three moth pests of stored dates in Tunisia. *Journal of Stored Products Research*, 48: 61 -67.

Ketoh, G.K., Koumaglo, H.K. and Glitho, I.A. 2005. Inhibition of Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Stored Products Research*, 41: 363-371.

Koschier, E.H. and Sedy, K.A. 2003. Labiat essential oils affecting host selection and acceptance of *Thrips tabaci* Lindeman. *Crop Protection*, 22: 929-934.

Lee, E.J., Kim, J.R., Choi, D.R. and Ahn, Y.J. 2008. Toxicity of cassia and cinnamon oil compounds and cinnamaldehyde -related compounds to *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 101(6): 1960 -1966.

Lynn, D.E. and Ferkovich, S.M. 2004: New cell lines from *Ephestia kuehniella*: characterization and susceptibility to baculoviruses. *Journal of Insect Science*, 4: 9-13.

Mahmoudvand, M., Abbasipour, H., Rastegar, F., Hossienpour, M.H. and Basij, M. 2011. Efficacy of some plants as a post-harvest protectant against some major stored pests. *Archives of Phytopathology & Plant Protection*, 45(7): 806-811.

Papachristos, D.P. and Stamopoulos, D.C. 2004. Fumigant toxicity of three essential oils on the eggs of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 40: 517-525.

Pemonge, J., Pascual-Villalobos, M.J. and Regnault-Roger, C. 1997. Effects of material and extracts of *Trigonella foenum-graecum* L. against the stored product pests *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 33(3): 209-217.

Sahaf, B.Z. and Moharramipour, S. 2008. Fumigant toxicity of *Carum copticum* and *Vitex pseudo-negundo* essential oils against eggs, larvae and adults of *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Pest Science*, 81(4): 213-220.

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.

Sayyah, M., Mandgary, A. and Kamalinejad, M. 2002. Evaluation of the anticonvulsant activity of the seed acetone extract of *Ferula gummasa* Boiss. against seizures induced by pentylenetetrazole and electroconvulsive shock in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 82: 105-9.

Shakrami, J. 2012. Investigating the insecticidal effects of essential oils, steroidal and indole alkaloids of four species of plants on some insects and identifying their chemical compounds. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, 152 P.

Tripathi, A.K., Prajapati, V., Verma, N., Bahl, J.R., Bansal, R.P., Khanuja, S.P.S. and Kumar, S. 2002. Bioactivities of the leaf essential oil of *Curcuma longa* (Var. Ch -66) on three species of stored product beetles (Coleoptera). *Journal of Economic Entomology*, 95(1): 183-189.

Tunc, I., Berger, B.M., Erler, F. and Dagli, F. 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36: 161-168.

Yang, N.W., Li, A.L., Wan, F.H., Liu, W.X. and Johnsom, D. 2010. Effects of on essential oils on immature and adult sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B. *Crop protection*, 29: 1200-1207.

Zarifkar, A., Karami-Kheirabad, M., Edjtehadi, M., Rastgar, K. and Ghalje, M. 2007. Evaluation of Antinociceptive Effect of Galbanum by Formalin Test in Mice. *Armaghane danesh Journal*, 12(1): 19-27.