



Phytochemical and Insecticidal Study of the Avishan-e-denaii (*Thymus daenensis* Celak.) Essential Oil against the Melon Aphid (*Aphis gossypii* Glover)

Mehran Zamani¹ | Habib Abbasipour^{2*} | Samira Gudarzvand Chigini³

1. MS.c 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. MSc graduated student, Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.

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

Article Info	EXTENDED ABSTRACT
Article type: Research Article	Introduction: <i>Aphis gossypii</i> Glover (Hemiptera: Aphididae) is one of the most important pests of agriculture worldwide. To control the pest population, research on the use of the environmental and plant-based compounds has increased in recent decades. Essential oils due to volatility and very short-term persistence in the environment, as biocompatible pesticides can be considered as one of the best alternatives to chemical pesticides in aphid's control.
Article history: Received: 09/10/2024 Accepted: 10/12/2024	
Keywords: chemical composition, <i>Thymus daenensis</i> , fumigant toxicity, nymph production deterrent, <i>Aphis gossypii</i>	

Cite this article: Zamani, Mehran; Abbasipour, Habib; & Gudarzvand Chigini, Samira (2024-25). Phytochemical and Insecticidal Study of the Avishan-e-denaii (*Thymus daenensis* Celak.) Essential Oil against the Melon Aphid (*Aphis gossypii* Glover). *Journal of Phytoallexines*, 1(2).



© The Author(s).

Publisher: Shahed University

Materials and Methods: In the current study, phytochemical and insecticidal toxicity of the essential oil from Avishan-e-denaii, *Thymus daenensis* Celak. (Lamiaceae) was studied against the melon aphid, *Aphis gossypii* Glover. in the laboratory conditions under 25±2°C, 60±5% RH and 16L:8D photoperiods. The essential oil was obtained by hydrodistillation method, using a modified Clevenger-type apparatus. Mortality was evaluated at different concentrations that ranging from 0.1 to 0.9 µL/150 ml air, and with three replications at the interim of 24 hours. Also nymph production deterrent effect of the oil at sublethal concentration was studied against parthenogenesis form of aphid.



Results and Discussion: Results indicated that essential oil of *T. daenensis* is toxic to the *A. gossypii*. The major components in the oil were 3-Methyl-4-isopropylphenol (26.94%), Thymol (22.40%), P-Cymene (13.81%), γ -Terpinene (6.74%), Borneol (5.24%) and Linalool (4.31%). Probit analysis showed that the LC_{50} values for nymphs and adults of *A. gossypii* were 0.0087 and 0.0016 μ l/150 ml air, respectively. Also, degree of nymph production deterrent effect was calculated for essential oil of *T. daenensis* as $46.49 \pm 4.71\%$.

Conclusion: The overall results showed that the Avishan-e-denaii essential oil has high potential in controlling the melon aphid especially in protected areas such as geenhouses.

بررسی فیتوشیمیایی و حشره‌کشی اسانس آویشن دناپی (*Thymus daenensis* Celak) علیه شته جالیز (*Aphis gossypii* Glover)

مهران زمانی^۱ | حبیب عباسی پور^{۲*} | سمیرا گودرزوند چیگینی^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.
۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

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

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	شته جالیز (<i>Aphis gossypii</i> Glover (Hemiptera: Aphididae)) یکی از مهم‌ترین آفات کشاورزی در سراسر جهان محسوب می‌شود. برای کنترل جمعیت این آفت، تحقیقات در زمینه استفاده از ترکیبات گیاهی و زیست‌محیطی در دهه‌های اخیر افزایش یافته است. اسانس‌های گیاهی به دلیل فرار بودن و ماندگاری بسیار کوتاه‌مدت در محیط، به‌عنوان آفت‌کش‌های زیست‌سازگار می‌توانند یکی از بهترین جایگزین‌ها برای آفت‌کش‌های شیمیایی در کنترل شته‌ها باشند. در مطالعه حاضر، ترکیبات فیتوشیمیایی و سمیت حشره‌کشی اسانس گیاه آویشن دناپی (<i>Thymus daenensis</i> Celak) از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) علیه شته جالیز در شرایط آزمایشگاهی با دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 ٪ و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. اسانس با روش تقطیر با آب و استفاده از دستگاه Clevenger استخراج گردید. مرگ‌ومیر در غلظت‌های مختلف از ۰/۱ تا ۰/۹ میکرولیتر بر ۱۵۰ میلی‌لیتر هوا و با سه تکرار در فاصله زمانی ۲۴ ساعت ارزیابی شد. همچنین اثر بازدارندگی تولید پوره در غلظت‌های تحت زیرکشدگی اسانس بر فرم بکرزایی شته بررسی گردید. نتایج نشان داد که اسانس <i>T. daenensis</i> برای شته <i>A. gossypii</i> سمی است. ترکیبات اصلی اسانس شامل ۳-متیل-۴-ایزوپروپیل فنول (۲۶/۹۴٪)، تیمول (۲۲/۴۰٪)، پارا-سایمن (۱۳/۸۱٪)، ۷-ترپینن (۶/۷۴٪)، بورتول (۵/۲۴٪) و لینالول (۴/۳۱٪) بودند. تحلیل پروبیت نشان داد که مقادیر LC ₅₀ برای پوره‌ها و بالغین شته <i>A. gossypii</i> به ترتیب برابر با ۰/۰۰۸۷ و ۰/۰۰۱۶ میکرولیتر بر لیتر هوا بود. همچنین میزان بازدارندگی تولید پوره توسط اسانس <i>T. daenensis</i> برابر با $46/49 \pm 4/71$ ٪ محاسبه شد. نتایج کلی نشان داد که اسانس آویشن دناپی پتانسیل بالایی در کنترل شته جالیزی، به‌ویژه در محیط‌های محافظت‌شده مانند گلخانه‌ها دارد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۸	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۰	
واژه‌های کلیدی: آویشن دناپی (<i>Thymus daenensis</i>) سمیت تدخینی، بازدارندگی پوره زایی، شته جالیز (<i>Aphis gossypii</i>)	

استناد: زمانی، مهران؛ عباسی پور، حبیب؛ گودرزوند چیگینی، سمیرا (۱۴۰۳). بررسی فیتوشیمیایی و حشره‌کشی اسانس آویشن دناپی (*Thymus daenensis* Celak) علیه شته جالیز (*Aphis gossypii* Glover). دوفصلنامه گیاه‌پاد، ۱ (۲)، ۲۶-۱۵.



حق مؤلف © نویسنده‌گان.

ناشر: دانشگاه شاهد

مقدمه

شته‌ها به دلیل انتقال ویروس‌های گیاهی، مکیدن شیره گیاه، ایجاد اختلال در فیزیولوژی گیاه، ترشح عسلک و رشد قارچ‌های ساپروفیتی، کاهش فتوسنتز و بزاق سمی، موجب کاهش عملکرد محصولات کشاورزی می‌شوند. با توجه به اهمیت و خسارات ناشی از شته‌ها، روش‌های مختلفی برای کنترل آن‌ها در مناطق مختلف جهان مورد بررسی قرار گرفته است. در سال‌های اخیر، استفاده بیش از حد از آفت‌کش‌ها به دلیل خطرات زیست‌محیطی و انسانی، نگرانی‌هایی را در میان دانشمندان و عموم مردم ایجاد کرده است. سالانه حدود ۲.۵ میلیون تن از انواع آفت‌کش‌ها برای کنترل آفات محصولات کشاورزی استفاده می‌شود و خسارات ناشی از این مواد در سطح جهانی به ۱۰۰ میلیارد دلار می‌رسد (Ketoh et al., 2002). همچنین، فعالیت دشمنان طبیعی نمی‌تواند از سرعت خسارت‌زایی این آفات در انتقال ویروس‌ها جلوگیری کند. شته جالیز (*Aphis gossypii* Glover) یکی از آفات اصلی خیار در گلخانه‌های ایران محسوب می‌شود. استفاده مکرر از آفت‌کش‌های شیمیایی اغلب با پیامدهای منفی همراه است. آفت‌کش‌های گیاهی به‌عنوان جایگزینی مناسب برای کنترل آفات در فناوری‌های اکولوژیک مدرن مطرح هستند. این ترکیبات تهدیدی برای محیط‌زیست و سلامت انسان ندارند. دامنه استفاده از این محصولات به‌طور مداوم در حال گسترش است که نیازمند شناخت مکانیسم اثر آن‌ها می‌باشد (Isman, 2006; Isman, 2006). عصاره‌های گیاهی حاوی آلکالوئیدها، استرها، گلیکوزیدها و سایر ترکیبات هستند و دارای خواص آفت‌کشی می‌باشند (Mateeva, 2000). برخی از مواد گیاهی به‌عنوان بازدارنده تغذیه و دافع آفات مورد استفاده قرار می‌گیرند (Isman, 2006).

اسانس‌های گیاهی دارای دامنه اثر گسترده‌ای هستند و برای محیط‌زیست ایمن محسوب می‌شوند، زیرا مجموعه‌ای از ترکیبات موجود در آن‌ها به‌سرعت در خاک تجزیه زیستی می‌شوند و می‌توانند جایگزینی مناسب برای آفت‌کش‌های سنتتی باشند (Lee et al., 2006). اسانس‌های گیاهی با استفاده از ترکیبات آروماتیک و آلیفاتیک قادرند به کوتیکول مومی آفات نفوذ کرده و فعالیت پیام‌رسان‌های عصبی، هورمون‌های رشد و آنزیم‌های گوارشی آفت را مختل کنند (Bhathal and Singh, 1993). تحقیقات زیادی درباره فعالیت زیستی اسانس‌های گیاهی انجام شده است. نتایج نشان می‌دهند که اسانس‌های گیاهی دارای اثرات حشره‌کشی، قارچ‌کشی، باکتری‌کشی و کنه‌کشی هستند (Lee et al., 2006; Bouda et al., 2001; Jahan et al., 2012; Lashgari et al., 2012).

بسیاری از اسانس‌های گیاهی طیف وسیعی از فعالیت‌ها را علیه حشرات آفت نشان می‌دهند، از جمله اثرات حشره‌کشی، بازدارندگی تغذیه، دافعه، جلوگیری از تخم‌ریزی، تنظیم رشد و مهار انتقال بیماری‌ها. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که برخی از ترکیبات شیمیایی موجود در این اسانس‌ها با سیستم عصبی اکتوپامینرژیک در حشرات تداخل دارند. این اسانس‌ها معیارهای آفت‌کش‌های با "خطر کاهش یافته" را پوشش می‌دهند. اسانس‌های گیاهی در کشاورزی به‌عنوان "آفت‌کش‌های سبز" به‌خوبی پذیرفته شده‌اند و به‌ویژه در تولید محصولات غذایی ارگانیک می‌توانند مؤثر باشند. علاوه بر این، با وجود ادامه‌دار بودن مشکل مقاومت در برابر بسیاری از آفت‌کش‌های سنتزی، احتمالاً مقاومت در برابر آفت‌کش‌های مبتنی بر اسانس‌های گیاهی با سرعت کمتری توسعه می‌یابد، زیرا این اسانس‌ها دارای ترکیبات پیچیده و متنوعی هستند که مانع از ایجاد سریع مقاومت می‌شوند (Koul et al., 2008).

محصولات گیاهی دارای مجموعه‌ای از ویژگی‌ها هستند که آن‌ها را در کشاورزی زیستی مدرن به گزینه‌ای مطلوب تبدیل می‌کند. اثر اسانس‌های گیاهی مختلف و عصاره‌های آبی بر شته جالیز (*Aphis gossypii*) مورد بررسی قرار گرفته است (Zhou et al., 2004; Ebrahimi et al., 2013). کارایی اسانس‌های طبیعی مانند ریحان، سیترونلا، اکالیپتوس، سرو کوهی و پچولی را در کنترل شته گل انگشتانه (*Aulacorthum solani* Kalt) بررسی کردند (Gorski and Tomczak, 2010). اثرات حشره‌کشی ۲۳ نوع اسانس گیاهی علیه شته بالغ شلغم (*Lipaphis pseudobrassicae* Davis) توسط Sampson و همکاران (2005) بررسی شده است. همچنین (Hori and Komatsu, 1997) اثر دافعه اسانس رزماری را

علیه شته پیاز (*Neotoxoptera formosana* Takahashi) مطالعه کردند.

با وجود تلاش‌های پژوهشی قابل توجه در بسیاری از آزمایشگاه‌های سراسر جهان و افزایش مقالات علمی در زمینه خواص آفت‌کشی اسانس‌های گیاهی و ترکیبات آن‌ها، متأسفانه تنها تعداد کمی از آفات محصولات کشاورزی بر اساس اسانس‌های گیاهی کنترل می‌شوند. از آنجا که استفاده از اسانس‌های گیاهی در گلخانه‌ها و مزارع به‌صورت خالص امکان‌پذیر نیست، تهیه فرمولاسیون‌های تجاری از این ترکیبات ضروری است (Khater, 2012). در راستای تدوین راهبردهای آینده برای کنترل شته‌ها، اسانس‌های گیاهی با خواص بازدارندگی و/یا حشره‌کشی باید مورد مطالعه قرار گیرند. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی سمیت تدخینی اسانس گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak) علیه پوره‌ها و حشرات بالغ شته جالیز (*A. gossypii*) بود.

۱. مواد و روش‌ها

۱-۱. پرورش حشره

برای تشکیل کلونی‌های شته جالیز، از روش دیسک برگ استفاده شد و بر روی هر برگ، تعدادی شته ماده زنده‌زا قرار داده شد. برای حفظ تازگی برگ‌ها، انتهای برگ‌ها در پنبه مرطوب قرار گرفت. برگ‌ها هر دو روز یک‌بار با برگ‌های تازه جایگزین شدند. این روش تا تشکیل ۶ تا ۷ نسل از شته ادامه یافت. همچنین، شته‌های جالیز از مزرعه خیار واقع در شهر خرم‌آباد استان لرستان جمع‌آوری شده و همراه با قطعاتی از گیاه میزبان به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از حذف لاروها و تخم‌های مگس‌های خانواده Syrphidae و سایر شکارگرها از کلونی‌ها، شته‌های جمع‌آوری‌شده روی برگ‌های یلدار خیار تا سه نسل در شرایط دمایی 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۰٪ و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش داده شدند.

۲-۱. جمع‌آوری گیاهان

گیاه مورد آزمایش، آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak) از خانواده نعنائیان (Lamiaceae)، در تابستان سال ۱۳۹۵ از زیستگاه طبیعی آن در استان لرستان، ایران با طول جغرافیایی $33^{\circ} 45' 03''$ و عرض جغرافیایی $49^{\circ} 01' 06''$ جمع‌آوری شد. نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری‌شده توسط یک متخصص گیاه‌شناسی از گروه علوم باغبانی دانشگاه لرستان تأیید و شناسایی گردید. گیاه مورد مطالعه پیش از استخراج، به‌مدت یک هفته در شرایط آزمایشگاهی با دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس خشک شد.

۳-۱. استخراج اسانس گیاهی

برای استخراج اسانس گیاهی، از دستگاه تقطیر با آب (Clevenger) استفاده شد (Lashgari et al., 2012). به‌منظور استخراج اسانس، ۱۰۰ گرم از برگ‌های آسیاب‌شده به‌همراه یک لیتر آب در دستگاه کلونجر ریخته شد و فرآیند استخراج به‌مدت سه ساعت انجام گرفت. عملیات استخراج چندین بار تکرار شد. اسانس‌های استخراج‌شده با سولفات سدیم بی‌آب خشک گردیدند و در میکروتیوب‌های ۲ میلی‌لیتری با پوشش آلومینیومی نگهداری شدند. این نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش‌ها در یخچال معمولی با دمای ۴ درجه سلسیوس و دور از نور نگهداری شدند.

۴-۱. آنالیز کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC-MS)

برای آنالیز اسانس، از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل GC: 7890B و طیف‌سنج جرمی مدل MS: 5977A از نوع Shimadzu GC-9A (Agilent Technologies, www.agilent.com) استفاده شد. آنالیز GC با دستگاه Shimadzu GC-9A (www.shimadzu.com) و گاز حامل هلیوم با سرعت خطی ۱/۱ میلی‌لیتر بر ثانیه روی ستون HP-5 Agilent (با طول

۳۰ متر، قطر داخلی ۲۵۰ نانومتر و ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر) انجام گرفت. حالت تزریق به صورت Split با نسبت ۱:۱۰۰ بود. برنامه دمایی آن به صورت ایزوترم در ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه تنظیم شد و سپس با نرخ ۵ درجه سلسیوس در دقیقه تا ۲۵۰ درجه سلسیوس افزایش یافت. دمای تزریق کننده و آشکارساز به ترتیب ۲۵۰ و ۲۸۰ درجه سلسیوس تنظیم شد. آنالیز طیف سنجی جرمی با دستگاه Varian 3400 مجهز به ستون HP-5 با مشخصات مشابه ستون مورد استفاده در GC انجام شد. دمای خط انتقال ۲۶۰ درجه سلسیوس بود. انرژی یونیزاسیون برابر با ۷۰ الکترون ولت، زمان اسکن ۱ ثانیه و دامنه جرم بین ۵۰ تا ۵۰۰ واحد جرم اتمی (amu) تنظیم شد. شناسایی ترکیبات اسانس ناشناخته با مقایسه زمان نگه‌داری (Retention Time) در GC با ترکیبات شناخته شده و همچنین مقایسه طیف جرمی آن با طیف‌های شناخته شده یا منتشر شده صورت گرفت. آنالیز کمی با نرمال سازی سطح طیف انجام شد (غلظت هر ترکیب برابر با نسبت سطح پیک مربوط به آن ترکیب به مجموع سطوح پیک‌های سایر ترکیبات محاسبه شد).

۵-۱. آزمون سمیت تدخینی

آزمون زیستی با استفاده از کاغذ صافی انجام شد. اسانس مورد نظر روی سطح داخلی ظروف آزمایش، بر روی کاغذ صافی اعمال گردید. مرگومیر در غلظت‌های مختلف از ۰/۱ تا ۰/۹ میکرولیتر بر ۱۵۰ میلی لیتر هوا و با سه تکرار در بازه زمانی ۲۴ ساعت ارزیابی شد. در هر ظرف، ۲۰ شته بالغ و پوره روی برگ خیار با ابعاد ۱۰ × ۱۰ سانتی‌متر قرار داده شدند. حشراتی که قادر به حرکت دادن پاها و شاخک‌ها نبودند، مرده تلقی شدند. گروه کنترل نیز عیناً همانند بالا ولی بدون اسانس انجام شد. برای جلوگیری از انتشار ترکیبات فرار، اطراف درب ظرف با پارافیلیم پوشانده شد.

۶-۱. بازدارندگی پوره زایی

در این پژوهش، اثر بازدارندگی در غلظت زیرکشدگی LC₂₅ اسانس گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. در هر یک از ظروف آزمایش، یک شته ماده موسس (Fundatrix) با سن ۱۲ ساعت روی برگ خیار قرار داده شد. اسانس مورد نظر بر روی کاغذ صافی در سطح داخلی ظروف اعمال گردید. داده‌ها به صورت روزانه تا ۷۲ ساعت ثبت شدند. پس از شمارش، پوره‌های تولید شده از ظروف آزمایش حذف گردیدند. در هر آزمایش از ۲۰ تکرار استفاده شد. نرخ بازدارندگی پوره زایی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Sahaf and Moharramipour, 2009):

$$\text{بازدارندگی پوره زایی} = \left(1 - \frac{NNt}{NNc}\right) \times 100$$

NNt = تعداد پوره‌ها در تیمار

NNc = تعداد پوره‌ها در شاهد

۷-۱. تجزیه و تحلیل آماری

مقادیر LC₅₀ و LC₉₀ همراه با حدود اطمینان آن‌ها با استفاده از تحلیل پروبیت و نرم‌افزار SAS محاسبه شدند (SAS Institute, 2007). آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردیدند و داده‌های مربوط به بازدارندگی تولید پوره پس از بررسی نرمال بودن، با استفاده از روش تحلیل واریانس (ANOVA) در بخش (PROC GLM) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند ($P < 0.05$). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

۲. نتایج

۱-۱. ترکیب شیمیایی اسانس

ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه آویشن دناهی (*Thymus daenensis*) بر اساس نتایج حاصل از آنالیز اجزاء توسط دستگاه

کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC-MS) در جدول ۱ خلاصه شده‌اند. در مجموع، ۴۸ ترکیب توسط GC-MS شناسایی شد که ۱۰٪ اسانس را تشکیل می‌دهند. از میان آن‌ها، ۲۶ ترکیب مهم که ۹۰/۵۴٪ از اجزای تشکیل‌دهنده را شامل می‌شوند، در جدول ۱ ارائه شده‌اند. ترکیبات اصلی شامل ۳-متیل-۴-ایزوپروپیل فنول (۲۶/۹۴٪)، تیمول (۲۲/۴۰٪)، پارا-سایمن (۱۳/۸۱٪)، γ -ترپینن (۶/۷۴٪)، بورنئول (۵/۲۴٪) و لینالول (۴/۳۱٪) می‌باشند.

جدول ۱. ترکیبات فرار موجود در اسانس برگ آویشن دناهی (*Thymus daenensis*) استخراج‌شده با تقطیر بخار و

شناسایی شده توسط کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC-MS)

Table 1. Volatile compounds in steam-distilled oil of the leaf from the Avishan-e-denaii, *Thymus daenensis* identified by gas chromatography-mass spectrometry.

	Compound	RT	Start Time (min)	End Time (min)	% Area
1	α -Thujene Bicyclo[3.1.0]	4.627	4.588	4.69	0.23
2	1S- α -Pinene	4.776	4.69	4.854	0.83
3	Camphene Bicyclo[2.2.1]heptan	5.072	5.01	5.127	0.86
4	β -Pinene	5.626	5.579	5.689	0.16
5	β -Myrcene	5.852	5.798	5.899	0.81
6	α -Terpinene 1,3-Cyclohe	6.469	6.391	6.555	0.92
7	P-Cymene	6.750	6.555	6.773	13.81
8	Limonene	6.789	6.773	6.874	0.34
9	γ -Terpinene	7.514	7.35	7.6	6.74
10	CIS-SABINENE HYDRATE	7.655	7.6	7.74	0.34
11	α -TERPINOLENE Cyclohexe	8.177	8.037	8.287	0.19
12	Linalool	8.489	8.357	8.583	4.31
13	Borneol	10.253	10.104	10.417	5.24
14	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1	10.495	10.424	10.627	0.68
15	2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)-	12.531	12.414	12.601	0.11
16	Phenol, 5-methyl-2-(1-methylethy	13.288	13.194	13.358	0.40
17	Thymol	13.662	13.358	13.686	22.40
18	Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	13.709	13.686	13.725	0.30
19	3-Methyl-4-isopropylphenol	14.037	13.725	14.107	26.94
20	Thymyl acetate 2-Isopropyl-5-	15.113	15.043	15.168	0.63
21	CARVACRYL ACETATE	15.581	15.496	15.628	0.67
22	Caryophyllene	16.845	16.744	16.908	1.74
23	Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methy	18.921	18.843	18.983	0.15
24	1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, deca	20.629	20.505	20.668	0.20
25	Caryophyllene oxide	20.778	20.668	20.902	1.54

۲-۲. آزمون سمیت تدخینی

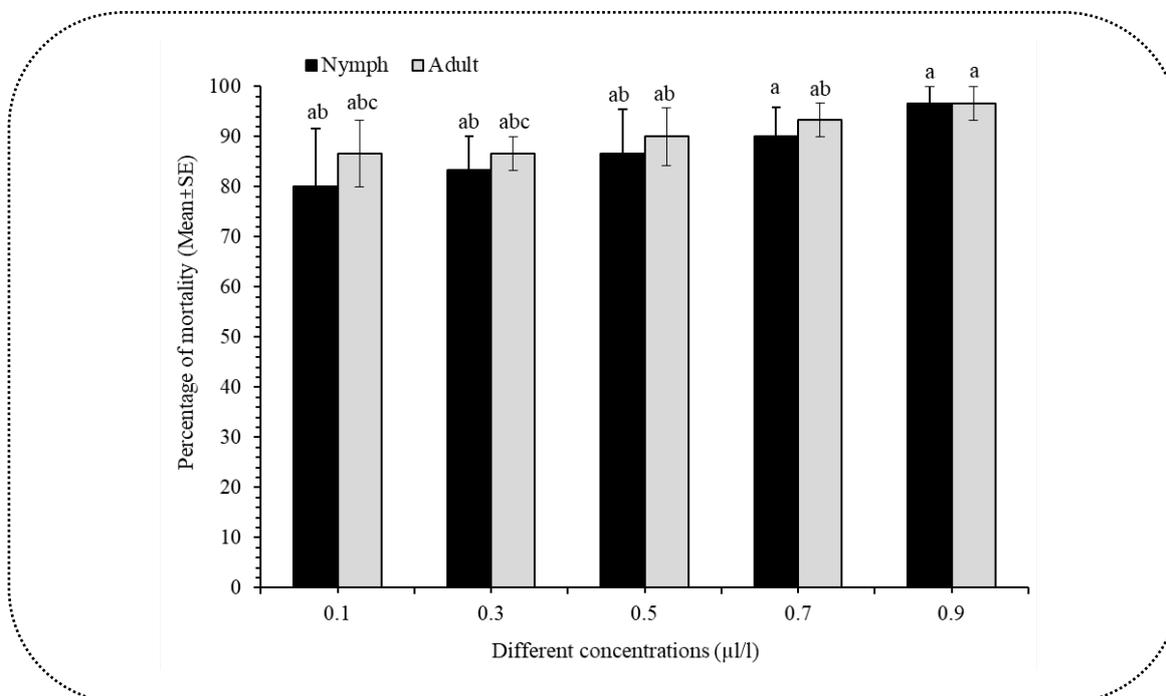
نتایج سمیت تدخینی اسانس گیاه آویشن دنایی (*T. daenensis*) بر روی پوره‌ها و حشرات بالغ شته جالیزی (*Aphis gossypii*) پس از ۲۴ ساعت در جدول ۲ ارائه شده است. مقادیر LC_{50} و LC_{90} اسانس برای پوره‌ها به ترتیب ۰/۰۰۸۷ و ۰/۵۵۵ میکرولیتر بر ۱۵۰ میلی لیتر هوا و برای حشرات بالغ ۰/۰۰۱۶ و ۰/۳۰۴ میکرولیتر بر ۱۵۰ میلی لیتر هوا بودند. نتایج نشان داد که با افزایش دوز و زمان، نرخ مرگ‌ومیر پوره‌ها ($P < 0.01$, $df = 4$, $F = 8.16$) و حشرات بالغ ($P < 0.01$, $df = 4$, $F = 4.11$) به طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۱). نرخ مرگ‌ومیر پوره‌ها و بالغ‌های *A. gossypii* در بالاترین غلظت اسانس آویشن دنایی برابر با ۹۶/۶۶٪ بود. در پایین‌ترین غلظت اسانس، مرگ‌ومیر پوره‌ها ۸۰٪ و حشرات بالغ ۸۶٪ ثبت شد.

جدول ۲. مقادیر LC_{50} و LC_{90} اسانس گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis*) علیه پوره‌ها و بالغ‌های شته جالیزی (*Aphis gossypii*).

Table 2. LC_{50} and LC_{90} values of essential oil of the Avishan-e-denaii, *Thymus daenensis* against the adults and nymphs of the melon aphid, *A. gossypii*.

Sig.	χ^2 (df)	Intercept \pm SE	Slope \pm SE	LC_{90} (μ l/150 ml air)	LC_{50} (μ l/150 ml air)	Growth stage
0.70	1.41 (3)	1.46 \pm 0.22	0.71 \pm 0.38	0.555	0.0087	Nymph
0.79	1.04 (3)	1.57 \pm 0.24	0.57 \pm 0.41	0.304	0.0016	Adult

PROBIT model: PROBIT (p) = Intercept + BX (Covariates X are transformed using the base 10 logarithm).



شکل ۱ - درصد مرگ‌ومیر (\pm انحراف معیار) مراحل پوره‌ای و بالغ شته جالیزی (*Aphis gossypii*) در غلظت‌های مختلف اسانس گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis*). حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار هستند.

Fig. 1- Percentage of mortality (\pm SE) of nymphal and adult stages of the melon aphid, *Aphis gossypii* in different essential oil concentrations of the Avishan-e-denaii, *Thymus daenensis*. The similar letters indicate no significant difference.

۲-۳. اثر اسانس گیاه آویشن دنایی بر بازدارندگی پوره زایی

اثر اسانس گیاه آویشن دنایی (*T. daenensis*) بر تولید پوره و بازدارندگی تولید پوره شته جالیز (*A. gossypii*) در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج تحلیل واریانس نشان داد که بین پوره زایی در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.01$, $df = 2$, $F = 13.61$). همچنین، با افزایش زمان پس از تیمار، تعداد پوره‌های تولیدشده کاهش یافت. مقایسه میانگین تعداد پوره‌های تولیدشده شته (جدول ۳) نسبت به تیمار شاهد نیز تفاوت معنی‌داری را نشان داد.

جدول ۳. میانگین ($\pm SE$) تولید پوره و درصد بازدارندگی تولید پوره شته جالیزی (*Aphis gossypii*) تحت تأثیر

اسانس گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis*)

Table 3. Mean ($\pm SE$) of nymph production and nymph production deterrent of the melon aphid, *Aphis gossypii* caused by essential oil of the Avishan-e-denaii, *Thymus daenensis*.

Time (h)	Control	Essential oil	
		Nymph production	Nymph production deterrent
24	5.0 \pm 0.0 a	3.1 \pm 0.72 a	48.0 \pm 9.98 a
48	7.0 \pm 0.0 b	3.8 \pm 0.42 b	45.7 \pm 5.95 b
72	3.0 \pm 0.0 c	2.1 \pm 0.48 c	46.67 \pm 8.89 c
Total	5.0 \pm 0.32	3.0 \pm 0.34	46.79 \pm 4.71

* Comparison was performed at each column, the means with the same letters based on Duncan's test did not have a significant difference at 5% level.

۲-۴. اثر اسانس گیاه آویشن دنایی بر درصد بازدارندگی در زمان‌های مختلف

بر اساس نتایج تحلیل واریانس (جدول ۳)، بین تیمارها از نظر درصد بازدارندگی پوره زایی در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.01$, $df = 2$, $F = 14.36$). همچنین، با افزایش زمان پس از تیمار، درصد بازدارندگی نیز افزایش یافت. مقایسه میانگین بازدارندگی پوره زایی شته (جدول ۳) نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان داد. میزان اثر بازدارندگی پوره زایی برای اسانس گیاه آویشن دنایی (*T. daenensis*) برابر با $46/79 \pm 4/71$ محاسبه شد.

۳. بحث

در میان حشرات، شته‌ها به‌عنوان آفات مهم محصولات کشاورزی در سراسر جهان شناخته می‌شوند. اگرچه روش‌های مختلفی برای کنترل شته‌ها وجود دارد، رایج‌ترین روش در بسیاری از مناطق جهان از جمله ایران، استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی است. با این حال، به‌دلیل تکامل تدریجی مقاومت در جمعیت‌های طبیعی این شته‌ها، کنترل شیمیایی اثربخشی کمتری دارد. از سوی دیگر، تراکم جمعیت شته‌ها روی برگ‌ها موجب پیچیدگی و تغییر در روند کنترل آن‌ها شده است. همچنین، فراهم بودن شرایط مناسب موجب محافظت شته‌ها در برابر تیمارهای شیمیایی می‌شود.

در دهه‌های اخیر، نیاز به استفاده از روش‌های جایگزین اهمیت بیشتری یافته است. از جمله این روش‌ها، استفاده از اسانس‌های گیاهی است که به‌دلیل فرار بودن و پایداری بسیار کوتاه‌مدت در محیط، مورد توجه قرار گرفته‌اند. از آنجا که کاربرد اسانس‌های گیاهی موجب کاهش آلودگی محصولات کشاورزی در مناطق عمده تولید می‌شود، استفاده از آن‌ها به‌عنوان جایگزینی برای آفت‌کش‌های شیمیایی جایگاه مهمی یافته است.

بر اساس آنالیز GC-MS، در این مطالعه مشخص شد که بیشتر ترکیبات فرار شناسایی شده در اسانس گیاهی از نوع مونوتروپیک بوده و دارای خواص حشره کشی، سمیت تدخینی، دافع و ضد تغذیه برای حشرات هستند. در پژوهش Akbarinia and Mirza, 2008، بیست و چهار ترکیب شیمیایی شناسایی شد. ترکیبات اصلی اسانس شامل تیمول (۱/۶۱٪) و پارا-سایمن (۴/۶٪)، ۷-ترپینن (۴/۴۸٪)، متیل اتر کارواکرول (۴/۲۷٪)، ۱-۸-سینئول (۱/۶۴٪)، بورنئول (۱/۶۱٪) و کارواکرول (۱/۴۰٪) بودند. یافته‌های ما ضمن تأیید این تحقیق، ترکیبات بیشتری را در اسانس *T. daenensis* شناسایی کرد. در مطالعات Moazeni et al. (2014)، ترکیبات اصلی اسانس شامل کارواکرول (۳۷/۰٪)، تیمول (۱۲/۸٪)، β -کاروفیلین (۷/۶٪) و ژرمانیوم (۵/۷۴٪) گزارش شد. همچنین، سمیت تدخینی اسانس *T. daenensis* بر روی بید آرد (*Ephestia kuehniella*) و بید هندی (*Plodia interpunctella*) تأیید شد و مقادیر LC_{50} برای این دو آفت به ترتیب ۰/۱۹۱ و ۰/۲۷ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه گردید.

در این مطالعه، اثر سمیت تدخینی اسانس گیاه آویشن دنیایی (*T. daenensis*) بر شته جالیز (*A. gossypii*) بسته به مرحله رشدی حشره متفاوت بود و با افزایش غلظت، میزان مرگومیر نیز افزایش یافت. آزمایش‌های پیشین بر روی مراحل پوره‌ای و بالغ شته‌ها نشان دادند که حشرات بالغ مقاوم‌ترین مرحله در برابر اسانس‌های گیاهی هستند. با توجه به استفاده از غلظت‌های بسیار پایین اسانس گیاه مذکور، میزان مرگومیر به دست آمده قابل مقایسه با غلظت‌های مورد استفاده برای مرحله بالغ بود.

مطالعات متعددی در زمینه سمیت اسانس‌های گیاهی مختلف بر شته‌ها انجام شده است. در پژوهش ریاضی و همکاران (2015)، مقادیر LC_{50} اسانس گیاه نعناع (*Mentha spicata* L.) برای مراحل اول و سوم پوره‌ای و بالغ شته جالیز به ترتیب ۲/۷۰، ۳/۴۱ و ۵/۲۴ میکرولیتر بر لیتر هوا گزارش شد. با این حال، در مطالعه حاضر، اسانس *T. daenensis* با مقادیر بسیار پایین تری اثر مرگ‌زایی نشان داد و مقادیر LC_{50} برای مراحل پوره‌ای و بالغ شته به ترتیب ۰/۰۰۸۷ و ۰/۰۰۱۶ میکرولیتر بر ۱۵۰ میلی لیتر هوا محاسبه گردید. در مطالعه‌ای توسط محمودی (2013) بر روی شته جالیز، مقادیر LC_{50} اسانس گیاه جعفری (*Petroselinum crispum* L.) و گیاه اجوان (*Carum copticum* L.) از خانواده چتریان (Apiaceae) برای حشرات بالغ به ترتیب ۲/۷۱ و ۲۱/۲ میکرولیتر بر لیتر هوا گزارش شد.

در مطالعه موسوی (2013)، سمیت تدخینی اسانس گیاهان ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) و شوید (*Anethum graveolens* L.) بر حشرات بالغ شته جالیز مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، مقادیر LC_{50} پس از ۲۴ ساعت مواجهه با اسانس به ترتیب ۱۸/۶۳ و ۲۸/۸۴ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه شد. مطالعه‌ای توسط رزمجو و همکاران (2017) در زمینه فعالیت حشره کشی اسانس دو گونه از اکالیپتوس (*Eucalyptus microtheca* Muell.) و *E. spathulata* Hook بر شته پنبه (*A. gossypii*) نشان داد که این شته حساسیت بالایی نسبت به این اسانس‌ها دارد و مقادیر LC_{50} به ترتیب ۳۶۶/۱۲ و ۱۵/۹۵۲ میکرولیتر بر لیتر هوا گزارش شد.

نتایج مربوط به مقدار LC_{50} اسانس مورد بررسی در مطالعه حاضر نشان داد که اثر سمیت این اسانس بر شته جالیز (*A. gossypii*) در غلظت‌های بسیار پایین مشاهده شده است. جهان و همکاران (2012) اثرات حشره کشی اسانس گیاهان ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) و مرزه ایزوفیلا (*Satureja isophylla* Rech.) را علیه شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae*) بررسی کردند و نتیجه گرفتند که ترخون با مقدار LC_{50} برابر با ۶/۲۵ میکرولیتر بر لیتر هوا بیشترین فعالیت کشندگی را دارد، در حالی که مرزه ایزوفیلا با مقدار LC_{50} برابر با ۴۵/۶۰ میکرولیتر بر لیتر هوا کمترین اثر را نشان داد. اثر حشره کشی اسانس‌های گیاهان آویشن کرمانیکوس (*Thymus carmanicus* Jalas) و هل (*Elettaria cardamomum* L.) توسط جهان و همکاران (2012) بر مرحله سوم پوره‌ی شته مومی کلم بررسی شد و مشخص گردید که بیشترین اثر سمیت مربوط به اسانس گیاه هل بوده است.

حسن‌شاهی و همکاران (2012) سمیت تدخینی پنج اسانس گیاهی را بر شته مومی کلم (*B. brassicae*) بررسی کردند

و دریافتند که بیشترین سمیت مربوط به اسانس گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) بوده است. مقدار LC_{50} برای اسانس ترخون در شرایط آزمایشگاهی برابر با ۶/۲۵ میکرولیتر بر لیتر هوا محاسبه شد. هوری (1999) فعالیت‌های سمی ده اسانس گیاهی را علیه شته سبز هلو (*Myzus persicae* Sulzer) بررسی کرد و مشخص شد که اسانس‌های نعناع سبز، آویشن، پنی‌ریال، نعناع و نعناع فلفلی دارای فعالیت بالایی هستند. اثر اسانس‌های گیاهان آویشن معمولی (*Thymus vulgaris*)، ورونیکا (*Veronica officinalis* L.) و آگریمونیا (*Agrimonia eupatoria* L.) بر شته مومی کلم نشان داد که اسانس *T. vulgaris* باعث حدود ۸۵٪ مرگ‌ومیر در جمعیت شته شد (Gorur et al., 2008). جاستاد (2007) نشان داد که روغن کلزا به‌طور قابل‌توجهی خسارت ناشی از شته گیلاس سیاه (*Myzus cerasi* Fabricius) را کاهش می‌دهد. اسانس گیاه اکالیپتوس (*Eucalyptus globulus*) نیز دارای خاصیت حشره‌کشی علیه شته جالیز (*A. gossypii*) بود و مقدار LC_{50} آن برابر با ۲۰۰۰ پی پی ام گزارش شد (Mareggiani et al., 2008). دیجیلیو و همکاران (2008) نیز نشان دادند که دوز مصرفی اسانس‌های مختلف منجر به تفاوت‌های معنی‌دار در نرخ مرگ‌ومیر شته‌های *M. persicae* و *Acyrtosiphon pisum* Harris شد.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر، می‌توان بیان کرد که اسانس مورد بررسی اثر مطلوبی بر شته جالیزی (*A. gossypii*) داشته است. گیاه آویشن دناپی به‌عنوان گزینه‌ای امیدوارکننده مطرح بوده و می‌تواند برای کاربردهای عملی در کنترل شته‌ها مورد توجه قرار گیرد. با این حال، پیش از استفاده، بررسی سمیت آن برای انسان و میزان پایداری آن در محیط زیست ضروری است.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، ایران انجام شده است.

References

- Akbarinia, A. and Mirza, M. 2008. Identification of essential oil components of *Thymus daenesis* Celak. in field condition in Qazvin. JQUMS. 12(3): 58-62.
- Bhathal, S.S. and Singh, D. 1993. Toxic and developmental effects of some neem products against mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) through leaf surface treatment. Journal of Insect Science, 6: 226-228.
- Bouda, H., Taponjou, L.A., Fontem, D.A. and Gumedzoe, M.Y.D. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Col.: Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 37: 103-109.
- Digilio, M.C., Mancini, E., Voto, E. and De Feo, V. 2008. Insecticide activity of Mediterranean essential oils. Journal of Plant Interaction, 3(1): 17-23.
- Ebrahimi, M., Safaralizade, M.H. and Valizadegan, O. 2013. Contact toxicity of *Azadirachta indica* (Adr. Juss.), *Eucalyptus camaldulensis* (Dehn.) and *Laurus nobilis* (L.) essential oils on mortality cotton aphids, *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae). Archives of Phytopathology and Plant Protection, 46: 2153-2162.

Gorski, R. and Tomczak, M. 2010. Usefulness of natural essential oils in the control of foxglove aphid (*Aulacorthum solani* Kalt) occurring on eggplant (*Solanum melongena* L). Ecological Chemistry and Engineering S, 17(3): 345-349.

Gorur, G., Abdullah, M.I. and Işık, M. 2008. Insecticidal activity of the *Thymus*, *Veronica* and *Agrimonia*'s essential oils against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. Acta Phytopathologica Hungrica, 43(1): 203-210.

Hasanshahi, Gh., Jahan, F. and Abbasipour, H. 2012. Insecticidal effect of five essential oils on the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hom.: Aphididae). National Conference of Environment and Plant Production, 1: 38-43.

Hori, M. and Komatsu, H. 1997. Repellency of rosemary oil and its components against onion aphid, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Homoptera: Aphididae). Applied Entomology and Zoology, 32: 303-310.

Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection, 19: 603-608.

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., Hasanshahi, Gh. and Abbasipour, H. 2012. Insecticidal effect of essential oils of *Artemisia dracuncululus* L. and *Satureja isophylla* Rech. on the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. 20th Iranian Plant Protection Congress, Shiraz University, Iran, P248.

Jahan, F., Hasanshahi, Gh. and Abbasipour, H. 2012. Comparison insecticidal effects of *Thymus carmanicus* Jalas and *Elettaria cardamomum* L. on the 3rd nymphal instars of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. in laboratory condition. National Conference of Environment and Plant Production, 1: 99-103.

Jaastad, G. 2007. Late dormant rapeseed oil treatment against black cherry aphid and cherry fruit moth in sweet cherries. Journal of Applied Entomology, 131(4): 284-288.

Khater, H.F. 2012. Prospects of botanical biopesticides in insect pest management. Pharmacologia, 3: 641-656.

Ketoh, C.K., Glitoh, A.I. and Huignard, J. 2002. Susceptibility of the bruchid *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Hym.: Pteromalidae) to three essential oils. *Journal of Economic Entomology*, 95(1): 174-182.

Koul, O., Walia, S. and Dhaliwal, G.S. 2008. Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. *Biopesticides International*, 4(1): 63-84.

Lashgari, A.A., Heydari, A. and Mashayekhi, A. 2012. Effect of *Thymus vulgaris* and *Satureja hortensis* essential oils on *Bemisia tabaci*. 20th Iranian Plant Protection Congress, Shiraz University, Iran, P349.

Lee, C., Sung, L. and Lee, H. 2006. Acaricidal activity of fennel seed oils and their main component against *Thyrophagus putrescentiae* a stored food mite. Journal of Stored Products Research, 42: 8– 14.

Mahmoudi, L. 2013. Study on the insecticidal effects of the Parsley (*Petroselinum crispum* L.) and the Ajowan (*Carum Copticum* L.) on different biological stages of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) and adult stage of the melon aphid, *Aphis gossypii* (Glover) in greenhouse conditions. MSc thesis in Agricultural Entomology, Faculty of Agriculture, Urmia University.

Mareggiani, G., Russo, S. and Rocca, M. 2008. *Eucalyptus globulus* (Mirtaceae) essential oil: efficacy against *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), an agricultural pest. Revista Latinoamericana de Química, 36(1): 16-21.

Mateeva, A. 2000. Alternative crop protection agents. Zemedelie plus. 11-12.

Moazeni, N., Khajeali, J., Izadi, H. and Mahdian, K. 2014. Chemical composition and bioactivity of *Thymus daenensis* Celak (Lamiaceae) essential oil against two lepidopteran stored-product insects. Journal of Essential Oil Research, 26(2): 118-124.

Mousavi, M. 2013. Study on the insecticidal effects of the Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) and the Dille (*Anethum graveolens* L.) on different biological stages of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) and adult stage of the melon aphid, *Aphis gossypii* (Glover) in greenhouse conditions. MSc thesis in Agricultural Entomology, Faculty of Agriculture, Urmia University.

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, 39(4): 37-50.

Riazi, M., Khajeh Ali, J., Pourjavad, N. and Bolandnazar, A. 2015. The toxic and repellent effect of the formulation of the peppermint, (*Mentha spicata* L.) oil on the melon aphid, *Aphis gossypii* in greenhouse conditions. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 6(24): 169-179. (In Persian)

Sahaf, B.Z. and Moharramipour, S. 2009. Comparative study on deterrence 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.

Sampson, B.J., Tabanca, N., Kirimer, N., Demirci, B., Baser, K.H.C., Kahn, 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: 1122–1128.



SAS Institute 2007. SAS users guide: statistics. SAS Institute, Cary, NC.

Zhou, T.M., Chen J.Q., Zhang, P.F. and Wang, Y.H. 2004. The influence of four kinds of plant extracts on the feeding behaviors of *Aphis gossypii*. *Acta Phytophyllosica Sinica*, 31(3): 252-258.