



RESEARCH PAPER

OPEN ACCESS

Effect of *Ferula assa-foetida*, *Thymus vulgaris*, *Rheum persicum*, *Achillea millefolium*, and *Euphorbia serrata* extracts on the control of *Varroa* mite (*Varroa destructor*) in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies

H. Goomeh¹, H. A. Vahedi^{1*}, A. Rahimi²

1. Department of Plant Protection, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran

2. Animal Science Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran

(Received: 04-09-2025 – Revised: 06-10-2025 – Accepted: 06-10-2025 – Available online: 14-11-2025)

Abstract

Introduction: *Varroa* mites are among the most significant parasites affecting honey bee colonies and the global beekeeping industry, causing substantial economic losses. These mites feed on the bees' fat bodies and hemolymph at various developmental stages and also spread pathogenic viruses. The recent use of chemical pesticides has resulted in mite resistance and contamination of hive products. Plant extracts are emerging as viable alternatives to chemical acaricides for controlling *Varroa* mites. This study aims to explore the acaricidal and insecticidal properties of extracts from *Ferula assa-foetida*, *Thymus vulgaris*, *Rheum persicum*, *Achillea millefolium*, and *Euphorbia serrata* against *Varroa* mites and their host bees in the honey bee colonies under the climatic conditions of Kurdistan province of Iran from 2022 to 2024.

Materials and methods: In April and June 2022, plants including *F. assa-foetida*, *T. vulgaris*, *R. persicum*, *A. millefolium*, and *E. serrata* were collected from various regions in Kermanshah province and subsequently identified. After removing waste materials, the aerial parts of these plants were dehumidified and dried separately in the shade at room temperature (28°C with 45% relative humidity). Using a shredder, the aerial parts were then crushed into powder. The plant extracts were obtained using a Soxhlet extractor with absolute ethanol as the solvent. Chemical compounds were identified through gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). This study was designed as a factorial experiment (6×2) based on a completely randomized design with 12 treatments and five replications. Before bioassay experiments, the experimental bee colonies were standardized regarding queen age, population (adults and brood), and honey storage. The initial infestation of colonies with *Varroa* mites was assessed in both adults and brood. Sixty Langstroth colonies were used, each with a sticky white plastic sheet at the bottom. The colonies were treated at sunset with 15 ml of plant extracts at 20% and 40% concentrations when all bees were present. Every five days at 10 am, plastic sheets were removed to count dead bees and mites, after which the sheets were replaced. The acaricidal activity of different plant extract concentrations was evaluated using a well-known and recommended method. The impact of these extracts on the insecticidal activity concerning the population growth rate (adults and brood) was also assessed. Data analysis was performed using the GLM procedure in SAS 9.4, and mean comparisons were conducted using the Tukey method for least significant differences.

Results and discussion: The study results indicated that varying concentrations of plant extracts demonstrated favorable acaricidal activity in controlling the *Varroa* mite. Statistical analysis revealed that a 40% concentration

* Corresponding author: vnassah@yahoo.com



of *F. assa-foetida* extract had the most significant impact on the mortality rate of *Varroa* mites in bee colonies, showing a statistically significant difference from other tested concentrations ($P<0.01$). Additionally, the insecticidal effect on bees showed that none of the extract concentrations resulted in a mortality rate exceeding eight percent in the experimental treatments. GC-MS analysis identified E-1-propenyl sec-butyl disulfide, Z-1-propenyl sec-butyl disulfide, n-propenyl sec-butyl disulfide, Guaiol, and β -pinene as the primary chemical constituents in *F. assa-foetida*.

Conclusions: The findings of this study indicated that the mortality rate of bees exposed to various concentrations of plant extracts did not exceed eight percent in any of the experimental treatments. Consequently, a 40% concentration of *F. assa-foetida* plant extract is recommended as an effective alternative to synthetic acaricides for controlling *Varroa* mites in honey bee colonies, owing to its favorable acaricidal properties.

Keywords: Honey bee, Plant extract, Insecticidal activity, Acaricidal activity, *Varroa* mite

Ethics statement: This study was conducted with the full consideration of animal welfare, and the approval of this study was granted by the Ethics Committee of Razi University, Iran.

Data availability statement: The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author.

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest.

Funding: The authors received no specific funding for this project.

Acknowledgment: The authors would like to thank the officials of the Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, especially Mr. Hossein Marouf and Dr. Azad Rastegar, who provided the utmost cooperation in identifying plant samples.

How to cite this article:

Goomeh, H., Vahedi, H. A., & Rahimi, A. (2026). Effect of *Ferula assa-foetida*, *Thymus vulgaris*, *Rheum persicum*, *Achillea millefolium*, and *Euphorbia serrata* extracts on the control of varroa mite (*Varroa destructor*) in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Animal Production Research*, 15(2), 89-102. doi: 10.22124/ar.2025.31597.1917



مقاله پژوهشی

اثر عصاره گیاهان آنغوزه، آویشن، ریواس، بوماداران و فرفیون بر کنترل کنه واروآ (*Varroa destructor*) در کلنی‌های زنبور عسل (*Apis mellifera* L.)

حدیث گومه^۱، حسنعلی واحدی^{۱*}، عطااله رحیمی^۲

۱- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی

۲- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۳ - تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۴ - تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۴/۰۸/۲۳)

چکیده

پژوهش حاضر به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و پنج تکرار با هدف بررسی خواش کنه‌کشی و حشره‌کشی عصاره گیاهان آنغوزه، آویشن، ریواس، بوماداران و فرفیون روی کنه واروآ و میزبان آن در کلنی‌های زنبور عسل در شرایط اقلیمی استان کردستان طی سال‌های ۱۴۰۲ الی ۱۴۰۴ انجام شد. تیمارها شامل غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد عصاره گیاهان آنغوزه، آویشن، ریواس، بوماداران و فرفیون و دو تیمار شاهد (یکی به عنوان شاهد مثبت و دیگری شاهد منفی) بودند. در پژوهش حاضر از دستگاه GC-MS برای شناسایی ترکیبات شیمیایی عصاره گیاهان استفاده شد. نتایج نشان داد غلظت‌های مختلف عصاره همه گیاهان مورد آزمایش، فعالیت کنه‌کشی نسبتاً مطلوبی برای کنترل کنه‌واروآ نشان دادند. براساس نتایج تجزیه‌های آماری، غلظت ۴۰ درصد عصاره گیاه آنغوزه، بیشترین تأثیر را بر درصد تلفات کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبور عسل مورد مطالعه نشان دادند به طوری که اختلاف آن نسبت به سایر غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه معنی‌دار بود ($P < 0.01$). تجزیه GC-MS نشان داد که (E) - ۱ - پروپنیل sec - بوتیل دی سولفید (۴۴/۳۸ درصد)، (Z) - ۱ - پروپنیل sec - بوتیل دی سولفید (۳۸/۳۷ درصد)، n - ۱ - پروپنیل sec - بوتیل دی سولفید (۳۶/۵۴ درصد)، گایول (۲۰/۹۹ درصد) و بتا پینن (۱۵/۶۹ درصد) به ترتیب اجزای اصلی عصاره گیاه آنغوزه را تشکیل دادند. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه بر درصد تلفات زنبورها در هیچ یک از تیمارهای آزمایشی فراتر از هشت درصد نبود. بنابراین، می‌توان غلظت ۴۰ درصد عصاره گیاه آنغوزه را به علت داشتن تأثیر کنه‌کشی مطلوب بر کنه‌ها در مطالعه حاضر به عنوان جایگزین مناسب کنه‌کش‌های سنتتیک برای کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبور عسل پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: زنبور عسل، عصاره گیاهی، فعالیت حشره‌کشی، فعالیت کنه‌کشی، کنه واروآ

* نویسنده مسئول: vnassah@yahoo.com

مقدمه

زنبورعسل (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) یکی از مهمترین حشرات اجتماعی موجود در طبیعت است که نقش برجسته‌ای در گرده‌افشانی گل‌ها و تأمین امنیت غذایی دارد (Malaki et al., 2023; Rahimi & Parichehreh, 2024a; Salehpor et al., 2024; Torkmandi et al., 2025). این حشره گرده‌افشان مفید در طبیعت تحت تأثیر مخاطرات مختلفی از جمله آفت‌کش‌ها، عوامل بیماری‌زا و انگل‌هایی مثل کنه واروآ (*Varroa destructor*) قرار دارند (Anderson & Trueman, 2000). امروزه، مهم‌ترین تهدید برای کلنی‌های زنبورعسل، کنه واروآ است که هر سال در سراسر جهان به زنبورهای عسل و صنعت زنبورداری، خسارت جبران‌ناپذیری را وارد می‌کند (Le Conte et al., 2010). این انگل ابتدا میزبان زنبورعسل شرقی (*Apis cerana* Fabricius, 1793) بوده و سپس از مسیر نقل و انتقالات کندو، ملکه و سایر ادوات زنبورداری به زنبورعسل معمولی (*A. mellifera*) منتقل شد. در حال حاضر به‌غیر از مناطقی مثل استرالیا و بخش‌هایی از آفریقا در سرتاسر جهان منتقل شده و پراکنش پیدا کرده و امروزه به مشکل عمده برای کلنی‌های زنبورعسل معمولی در جهان تبدیل شده است. کنه‌های واروآ از اجسام چربی و همولنف مراحل مختلف رشدی زنبورها تغذیه کرده و علیرغم خسارت‌های بالا سبب انتقال چندین ویروس خطرناک از جمله ویروس تغییردهنده شکل بال (Deformed Wing Virus) به زنبورها می‌شوند (Ramsey et al., 2019). مطالعات نشان داده است آلودگی بالای کلنی‌های زنبورعسل به این آفت منجر به کاهش تولید عسل و سایر فرآورده‌های کلنی و افزایش هزینه‌های زنبورداری می‌شود (Emsen et al., 2013).

زنبورداران به‌طور معمول از محصولات تجاری حاوی کنه‌کش‌های مصنوعی مانند فلووالینات، کومافوس یا آمیتراز برای محافظت کلنی‌های خود در برابر کنه واروآ استفاده می‌کنند. امروزه علیرغم کم‌رنگ شدن تأثیر این ترکیبات در کنترل این انگل، نگرانی‌ها با مشاهده مقاومت این کنه در برابر این ترکیبات و باقیمانده این سموم در فرآورده‌های تولیدی کلنی از جمله عسل و موم بیشتر شده است (Mullin et al., 2010). تلاش‌های مشترک از جانب متخصصان آسیب‌شناسی حشرات، کنه‌شناسان و زنبورداران تاکنون راه حل‌های بلندمدتی برای کنترل کنه واروآ ارائه

نکرده‌اند. بنابراین، ارائه و توسعه مستمر روش‌های کنترلی جدید و نوآورانه برای کنترل کنه واروآ هنوز هم در اولویت پژوهشگران زنبورعسل و آژانس‌های تأمین مالی قرار دارد (Dietemann et al., 2012; Higes et al., 2020; Rahimi et al., 2025). امروزه محققان تمایل دارند از روش‌های ایمن‌تری برای کنترل کنه واروآ استفاده کنند که یکی از این روش‌ها، استفاده از عصاره‌های گیاهی است (Rahimi & Parichehreh, 2024b). متابولیت‌های ثانویه برخی از گیاهان، نقش مهمی در مقاومت در برابر آسیب آفات دارند. بنابراین، استفاده از این مشتقات گیاهی می‌تواند جایگزین مناسب کنه‌کش‌های شیمیایی در کنترل کنه واروآ باشد (Ghasemi et al., 2010). گیاهان، مهم‌ترین منبع ترکیبات شیمیایی هستند زیرا به عنوان آزمایشگاه‌های طبیعی عمل می‌کنند که در آنها انواع مواد شیمیایی تولید می‌شوند. همه گونه‌های گیاهی در نتیجه سوخت و ساز اولیه گیاه، مواد ضروری تولید می‌کنند. از سوی دیگر، محصولات جانبی سوخت و ساز ثانویه نه ضروری هستند و نه در همه گیاهان وجود دارند. آلکالوئیدها، استروئیدها، تانن‌ها، فلاونوئیدها، ترپنوئیدها و ساپونین‌ها، فنل‌ها و رزین‌ها، نمونه‌هایی از متابولیت‌های ثانویه موجود در گیاهان هستند که نشان داده شده است دارای خواص حشره‌کشی و کنه‌کشی هستند (Isman & Machial, 2006). مطالعات نشان داده است تعدادی از عصاره‌های گیاهی می‌توانند به‌عنوان کنه‌کش‌های طبیعی مؤثر عمل کنند زیرا حاوی ترکیبات ثانویه‌ای هستند که ممکن است مسئول آثار کنه‌کشی آنها باشند مانند ترپن‌ها، استیلبن‌ها، کومارین‌ها، اسیدها، الکل‌ها، ترکیبات سولفیدی، تانن‌ها و آلدئیدها (Pavela & Benelli, 2016; Gonzales-Lopez et al., 2019). در مقایسه با آفت‌کش‌های شیمیایی، عصاره‌های گیاهی با اکوسیستم‌ها سازگاری بیشتری دارند، برای پستانداران و ارگانسیم‌های غیرهدف، سمیت کمتری دارند و هیچ ماده ماندگاری در طبیعت باقی نمی‌گذارند (Georges et al., 2007). در یک مطالعه، اثر غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان هنگوان (*Ferola pseudalliacea*)، مرزه سهندی (*Satureja sahendica*)، بیلهر (*Myrropsis aucheri*) و لوگه‌نه (*Prangos ferulacea*) برای کنترل کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد غلظت‌های مختلف عصاره همه گیاهان مورد آزمایش، فعالیت کنه‌کشی نسبتاً مطلوبی برای کنترل

کنه واروآ نشان دادند. بر اساس نتایج تجزیه‌های آماری، غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاهان هنگوان و لوگنه، بیشترین تأثیر را بر درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه نشان دادند که اختلاف آنها نسبت به سایر غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه بسیار معنی‌دار بود (Rahimi et al., 2025). در بررسی دیگری، محققان تأثیر عصاره اتانولی گیاهان Basil، Garlic، Lemon، Lemongrass و Thyme را در سه غلظت ۲۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ (میلی گرم در کیلوگرم) برای کاهش خسارت کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم در مقایسه با سایر غلظت‌ها، تأثیر کنترلی خیلی بهتری را نشان داد و همه عصاره‌ها روی زنبورعسل تقریباً بی‌تأثیر بودند. این محققان گزارش کردند که عصاره Lemongrass و Thyme در بین عصاره‌های استفاده شده، تأثیر کنترلی بهتری را روی کنه واروآ داشته و سبب افزایش تولیدات کلنی‌ها شدند (Islam et al., 2023).

با توجه به شیوع بالای واروآزیس در زنبورستان‌های کشور، اهمیت اقتصادی خسارت آن، عوارض و آثار نامطلوب استفاده از سموم شیمیایی در کنترل این آفت و از طرف دیگر، غنی بودن استان کرمانشاه از لحاظ گیاهان دارویی موثر در کنترل این آفت، مطالعه حاضر با هدف بررسی خواص کنه‌کشی و حشره‌کشی غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان دارویی بومی استان کرمانشاه شامل گیاهان آنغوزه (*Ferula assa-foetida*)، آویشن (*Thymus vulgaris*)، ریواس (*Rheum persicum*)، بوماداران (*Achillea millefolium*) و فرفیون (*Euphorbia serrata*) روی کنه واروآ و زنبورها در کلنی‌های زنبورعسل انجام شد تا در نهایت بتوان به یک ترکیب طبیعی و ارگانیک امن و بی‌خطر زنبورعسل و محیط زیست و به‌عنوان یک جایگزین مناسب سموم شیمیایی جهت کنترل کنه واروآ دست یافت.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان اجرای مطالعه: مطالعه حاضر در زنبورستان تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان واقع در ایستگاه تحقیقاتی گریزه این مرکز طی بازه زمانی فروردین ماه ۱۴۰۲ تا فروردین ۱۴۰۴ طراحی و اجرا شد.

جمع‌آوری، شناسایی و عصاره‌گیری گیاهان مورد مطالعه: گیاهان آنغوزه، آویشن، ریواس، بوماداران و فرفیون در اردیبهشت و خرداد ماه ۱۴۰۲ از مناطق مختلف استان کرمانشاه در مرحله گل‌دهی، جمع‌آوری شده و برای شناسایی به آزمایشگاه منتقل شدند. شناسایی و تعیین نام علمی گیاهان مورد مطالعه بر اساس کلید Flora Iranica (Rechinger, 1987) انجام شد. پس از جداسازی مواد زائد، اندام‌های هوایی گیاهان مورد مطالعه به‌طور جداگانه در سایه و دمای اتاق (۲۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۵ درصد) رطوبت‌گیری شده و آنها را خشک کرده و سپس، با استفاده از دستگاه خردکن، اندام‌های هوایی آنها خرد و پودر شد. عصاره گیاهان بر اساس دستورالعمل (Rahimi et al., 2017) با استفاده از دستگاه سوکسله (ساخت شرکت رویان تب، ایران) استخراج شد. بدین ترتیب، ۲۰ گرم از پودر هر گیاه را وزن کرده، در داخل کارتوش مخصوص عصاره‌گیری ریخته و سپس، کارتوش در داخل دستگاه سوکسله قرار داده شد. در مطالعه حاضر، از اتانول مطلق به‌عنوان حلال استفاده شد که به‌ازای هر ۱۰ گرم پودر گیاه، ۱۵۰ میلی‌لیتر اتانول مطلق استفاده شد. بعد از بارگیری حلال و پودر گیاه روی دستگاه سوکسله، دستگاه به‌مدت ۸ ساعت برای عصاره‌گیری روشن شد. بعد از عصاره‌گیری، از دستگاه روتاری (ساخت شرکت رویان تب، ایران) برای حذف حلال استفاده شد. محلول مادری عصاره‌ها تا زمان استفاده برای آزمایش‌های صحرایی و زمان ارسال به آزمایشگاه جهت تجزیه شیمیایی در یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد (شکل ۱). قبل از هر نوبت عصاره‌پاشی، از محلول مادری عصاره هر گیاه، غلظت‌های مورد نظر (۲۰ و ۴۰ درصد (حجمی)) تهیه شده و در همان روز، استفاده شد (شکل ۲).

انتخاب کلنی‌ها و آزمایش‌های زیست‌سنجی: برای انتخاب کلنی‌های زنبورعسل مورد بررسی در سال اول مطالعه، پس از نمونه‌برداری‌های تصادفی در سطح زنبورستان‌های استان کردستان و تعیین سطح آلودگی زنبورستان‌ها و کلنی‌ها، کندوهای آزمایشی را انتخاب نموده و سپس، کلنی‌ها به ایستگاه تحقیقاتی گریزه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان منتقل شدند. این کلنی‌ها تا نه ماه قبل از اجرای آزمایش با هیچ‌گونه داروی کنه‌کش یا سایر روش‌های کنترل کنه واروآ تیمار نشدند.



Fig. 1. Extracted extract (original solution) of the studied plants using a Soxhlet device
 شکل ۱- عصاره استخراج شده (محلول مادری) گیاهان مورد مطالعه با استفاده از دستگاه سوکسله



Fig. 2. Different concentrations prepared from the original stock of the studied plant extracts for spraying
 شکل ۲- غلظت‌های مختلف تهیه شده از استوک اصلی عصاره گیاهان مورد مطالعه جهت عصاره‌پاشی

زنبورها به مدت سه دقیقه تکان داده شده و بعد از یک دقیقه، بیشتر زنبورهای داخل شیشه به سطح محلول آمده و کنه‌ها از بدن زنبورها جدا شده و در کف شیشه قرار گرفتند. زنبورهای عسل را با کمک یک جفت پنس از محلول داخل شیشه خارج کرده و به صورت جداگانه، زنبورها از نظر باقی ماندن کنه روی بدن آنها مورد بررسی قرار گرفتند. تعداد زنبورها و کنه‌های داخل هر شیشه شمارش شده و سپس، نسبت آلودگی زنبورها از تقسیم تعداد کنه‌های شمارش شده بر تعداد زنبورهای داخل هر شیشه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری نرخ آلودگی نوزادان به کنه واروآ، تقریباً ۱۰۰ سفیره کارگر را از شانه‌های مختلف نوزادی هر کلنی از سلول‌های آنها خارج کرده و از نظر وجود کنه واروآ مورد بررسی و شمارش قرار گرفتند. در نهایت، برای تعیین نرخ آلودگی نوزادان به کنه واروآ، تعداد کنه‌های

قبل از اجرای پژوهش (در سال اول مطالعه)، کلنی‌های آزمایشی از لحاظ سن ملکه (همگی دارای ملکه‌های هم‌سن خواهری)، جمعیت (بالغین و نوزادان) و ذخیره عسل بر اساس دستورالعمل Delaplane et al. (2013) یکسان‌سازی شدند. یک ماه قبل از اجرای آزمایش، مجدداً کلنی‌ها از لحاظ جمعیت (بالغین و نوزادان) و ذخیره عسل همسان‌سازی شدند. همچنین، نرخ آلودگی اولیه کندوها به کنه واروآ با استفاده از دستورالعمل Dietemann et al. (2013) برای زنبورهای بالغ و بر اساس دستورالعمل Zemene et al. (2015) برای نوزادان ارزیابی شد. برای تعیین نرخ آلودگی اولیه زنبورهای بالغ به کنه واروآ، سه نمونه تقریباً ۱۰۰ تایی زنبور از هر کلنی به صورت جداگانه از شان‌های نوزادان برداشته شده و آنها به داخل یک شیشه ۱۵۰ میلی‌لیتری که حاوی آب و صابون بود، منتقل شدند. سپس، شیشه حاوی

سپس، از فرمول Abbott (1925) به صورت زیر جهت محاسبه درصد تلفات اصلاح شده استفاده شد:

درصد تلفات اصلاح شده

$$= \frac{\text{درصد تلفات شاهد مثبت} - \text{درصد تلفات آزمایش}}{100 - \text{درصد تلفات کنترل}} \times 100$$



Fig. 3. Honey bee colonies studied in the present study
شکل ۳- کلنی‌های زنبور عسل مورد مطالعه در پژوهش حاضر

در مطالعه حاضر، تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه روی نرخ رشد جمعیت (بالغین و نوزادان) نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین تأثیر کشندگی غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه روی جمعیت زنبورها، تغییرات در نرخ رشد جمعیت نوزادان (تخم و لارو) و بالغین در ابتدا و انتهای دوره آزمایش بر اساس دستورالعمل (Delaplane et al., 2013) در تیمارهای آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین تأثیر کشندگی غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه روی تخم و لارو در هر کندو، ۱۰۰ سلول در منطقه پرورش نوزاد در کلنی‌ها با سنجاق رنگی قبل از شروع آزمایش مشخص شدند. سپس بعد از هفت روز، سلول‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. سلول‌های درب پوشیده یا سلول‌هایی با لارو سن آخر به عنوان نوزادان زنده در نظر گرفته شدند، ولی سلول‌های خالی یا سلول‌هایی که با تخم تازه جایگزین شده بودند به عنوان نوزادان مرده در نظر گرفته شد (Giusti et al., 2017). برای تعیین تأثیر کشندگی غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه روی زنبورهای بالغ، تعداد زنبورهای مرده پیدا شده داخل کندو و روی صفحه پلاستیکی کف کندو به صورت هر پنج روز یکبار در تمام طول دوره تیمار کردن کلنی‌ها، شمارش شده و به عنوان زنبورهای مرده در نظر

مشاهده شده به تعداد سلول‌های باز شده (۱۰۰ سلول) تقسیم شد. سرانجام، نرخ آلودگی هر کلنی، از حاصل میانگین درصد آلودگی نمونه‌های بالغین و نوزادان به دست آمد.

مطالعه حاضر به صورت آزمایش فاکتوریل (۲×۶) در چارچوب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار آزمایشی شامل تیمارهای غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد عصاره گیاهان آنگوزه، آویشن، ریواس، بوماداران و فرقیون و دو تیمار شاهد (یکی به عنوان شاهد مثبت و دیگری شاهد منفی) و هر کدام از تیمارها در پنج تکرار به مدت ۲۰ روز مورد آزمایش‌های زیست‌سنجی قرار گرفتند. در مطالعه حاضر، از ۶۰ کندوی لانگستروت که در کف هر کندو، یک صفحه پلاستیکی سفید چسبناک تعبیه شده بود، استفاده شد (شکل ۳). آزمایش‌های میدانی در اوایل شهریور ماه ۱۴۰۳ که عسل کندوها برداشت شده و جمعیت کنه در کلنی‌ها معمولاً در اوج خود قرار داشت، اجرا شد. کلنی‌های آزمایشی در موقع غروب آفتاب و هنگام حضور همه زنبورها در کندو با استفاده از غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد عصاره گیاهان نامبرده تیمار شدند. ۱۵ میلی‌لیتر از غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد عصاره هر گیاه روی زنبورها و کنه‌ها روی تمام قاب‌های هر کندو در موقع غروب آفتاب اسپری شد. در تیمار شاهد مثبت از داروی کنه‌کش آپیستان (یک نوار در داخل هر کندو) و در تیمار شاهد منفی از آب استفاده شد. هر پنج روز یکبار، ساعت ۱۰ صبح، تمام شان‌های هر کندو مورد بازدید قرار گرفته و سپس، صفحه پلاستیکی کف کندوها برداشته و تعداد زنبورها و کنه‌های مرده روی آنها شمارش شده و بعد از برداشتن زنبورها و کنه‌های مرده، مجدداً صفحه پلاستیکی در کف کندو قرار داده شد. در مجموع، ۶۰ میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه به فاصله هر پنج روز یکبار به مدت ۲۰ روز روی هر تیمار آزمایشی اعمال شد. در پایان آزمایش‌ها، جهت ارزیابی کل جمعیت کنه‌ها، دو نوار آپیستان به مدت ۲۰ روز در داخل هر کندو تعبیه شده و بعد از ۲۰ روز، تعداد کنه‌های مرده مورد شمارش قرار گرفت. تأثیر خاصیت کنه‌کشی غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه در هر کندو با استفاده از فرمول Allam et al. (2003) به صورت زیر ارزیابی شد:

$$= \text{درصد تلفات غلظت عصاره در هر کندو}$$

× تعداد کنه‌های مرده بعد درمان کندو با آپیستان + تعداد کنه‌های مرده در طول درمان با غلظت هر عصاره

عصاره گیاهان و غلظت‌ها، اثر متقابل عصاره گیاهان و تعداد دفعات عصاره‌پاشی، اثر متقابل غلظت‌ها و تعداد دفعات عصاره‌پاشی و اثر متقابل عصاره گیاهان، غلظت‌ها و تعداد دفعات عصاره‌پاشی روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی-های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار بود ($P < 0.01$).

نتایج مقایسه میانگین تأثیر فعالیت کنه‌کشی عصاره گیاهان آنگوزه، آویشن، ریواس، بوماداران و فرفیون روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در جدول ۲ نشان شده است. براساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین درصد تلفات ایجاد شده روی کنه‌واروآ مربوط به دفعه اول عصاره‌پاشی غلظت ۴۰ درصد عصاره گیاه آنگوزه (۸۴/۶۰ درصد) و کمترین درصد تلفات روی این آفت در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه مربوط به تیمار شاهد منفی (۲ درصد) بود.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین خواص حشره‌کشی عصاره گیاهان مورد مطالعه: نتایج تجزیه واریانس تأثیر فعالیت حشره‌کشی عصاره گیاهان آنگوزه، آویشن، ریواس، بوماداران و فرفیون روی درصد تلفات زنبورها در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد اثر عصاره گیاهان مورد مطالعه، غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه، اثر متقابل عصاره گیاهان و غلظت‌ها معنی‌دار بود ($P < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین اثر فعالیت حشره‌کشی عصاره مورد مطالعه روی درصد تلفات زنبورها در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین درصد تلفات ایجاد شده روی زنبورها مربوط به دفعه اول عصاره‌پاشی غلظت ۴۰ درصد عصاره گیاه فرفیون (۸/۳۰ درصد) و کمترین درصد تلفات روی زنبورها در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه مربوط به تیمار شاهد منفی (۰/۴ درصد) بود.

علیرغم خسارت‌های زیاد کنه واروآ روی مراحل مختلف رشدی زنبورها، محققان امروزه این کنه را یکی از عوامل اصلی کاهش جمعیت‌ها و پدیده ناپدید شدن جمعیت کلنی‌های زنبورعسل (CCD) در سراسر جهان می‌دانند (Warner et al., 2024). بنابراین، کنترل این انگل در زنبورستان‌ها برای حفظ سلامت زنبورهای عسل، کشاورزی پایدار و امنیت غذایی ضروری است (Potts et al., 2010).

گرفته شدند. سپس، حاصل میانگین کشندگی غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه روی جمعیت بالغین و نوزادان به-عنوان تأثیر کشندگی غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه برای آن کندو ثبت شد.

شناسایی ترکیبات تشکیل‌دهنده عصاره: به‌منظور تجزیه عصاره هر گیاه، از دستگاه GC-MS مدل TRACEMS مجهز به ستون DB به‌طول ۶۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه نازک برابر با ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. دمای آون از ۶۰ تا ۲۵۰ درجه سلسیوس با سرعت ۵ درجه سلسیوس بر دقیقه افزایش یافت و به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۲۵۰ درجه سلسیوس نگه داشته شد. از گاز هلیوم با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌لیتر بر دقیقه و از انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت استفاده شد. شناسایی ترکیب-های عصاره گیاهان با استفاده از شاخص بازداری و بررسی طیف‌های جرمی ترکیب‌ها و مقایسه آنها با طیف‌های جرمی پیشنهادی به‌وسیله کتابخانه‌های کامپیوتر دستگاه GS-MS و همچنین، با مقایسه طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد موجود در (Adams 2007) انجام شد.

تجزیه آماری: بعد از به‌دست آوردن درصد تلفات غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه در هر کندو و سپس، اصلاح درصد تلفات، نرمال بودن توزیع داده‌ها به‌وسیله آزمون کلموگروف اسمیرنوف و با استفاده از رویه univariate در نرم‌افزار آماری SAS 9.4 مورد آزمون قرار گرفت. پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، داده‌ها به‌صورت آرایش فاکتوریل ۶×۲ بر پایه طرح کاملاً تصادفی تجزیه شدند. برای انجام این تجزیه از رویه GLM تعبیه شده در نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. در نهایت، مقایسه میانگین‌ها نیز با روش توکی انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین خواص کنه‌کشی عصاره گیاهان مورد مطالعه: نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان آنگوزه، آویشن، ریواس، بوماداران و فرفیون روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد تأثیر عصاره گیاهان مورد مطالعه، غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه، تعداد دفعات عصاره‌پاشی، اثر متقابل

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر فعالیت کنه‌کشی عصاره گیاهان آنگوزه، آویشن، ریواس، بوماداران، فرفیون بر درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

Table 1. Variance analysis of the acaricidal activity effect of the extracts of *F. assa-foetida*, *T. vulgaris*, *R. persicum*, *A. millefolium*, and *E. serrata* plants on the mortality percentage of *Varroa* mite in the studied honey bee colonies

Source of variation	df	Sum of squares	Mean squares	F	P-value
A	5	186313.58	37262.72	886.50	0.0001
B	1	20011.41	2012.35	476.08	0.0001
A × B	5	6028.55	1205.71	28.68	0.0001
C	3	160556.36	35.518.79	1273.23	0.0001
A × C	15	28235.85	1882.39	44.78	0.0001
B × C	3	4333.13	1444.38	34.36	0.0001
A × B × C	15	5549.58	369.79	8.80	0.0001

A: Plants extract; B: Concentrations; A × B: Interaction effects of plants extract × concentrations; C: Number of times of spraying; A × C: Interaction effects of plants extract × number of times of spraying; B × C: Interaction effects of concentrations × number of times of spraying; A × B × C: Interaction effects of plants extract × concentrations × number of times of spraying

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر فعالیت کنه‌کشی عصاره گیاهان آنگوزه، آویشن، ریواس، بوماداران، فرفیون بر درصد تلفات کنه- واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه (میانگین ± اشتباه معیار)

Table 2. Mean comparison of acaricidal activity effect of the extracts of *F. assa-foetida*, *T. vulgaris*, *R. persicum*, *A. millefolium*, and *E. serrata* plants on the percentage of *Varroa* mite deaths in studied bee colonies (Mean ± SE)

Plants extract	Concentrations	Number of times of spraying			
		1	2	3	4
<i>F. assa-foetida</i>	20	71.2 ± 1.46 ^b	54.6 ± 0.93 ^c	38.60 ± 1.36 ^{ef}	28.00 ± 1 ^{gh}
	40	84.60 ± 0.87 ^a	64 ± 1.81 ^b	46.60 ± 0.93 ^{cd}	35.60 ± 1.03 ^{ef}
<i>T. vulgaris</i>	20	43.40 ± 1.33 ^{ef}	32 ± 1.22 ^{fg}	24.60 ± 1.21 ^{gh}	15.00 ± 0.71 ^{ij}
	40	60.80 ± 1.93 ^c	48 ± 0.71 ^{cd}	30.80 ± 0.86 ^{fg}	22.25 ± 1.25 ^{hi}
<i>R. persicum</i>	20	34.80 ± 2.85 ^{fg}	24.60 ± 1.57 ^{gh}	17.80 ± 2.03 ^{ij}	7.00 ± 1 ^k
	40	43 ± 1.64 ^{def}	35.60 ± 1.21 ^{ef}	26.30 ± 1.57 ^{gh}	16.60 ± 1.08 ^{ij}
<i>A. millefolium</i>	20	31.20 ± 2.01 ^{fg}	22.4 ± 1.03 ^{gh}	11.60 ± 0.93 ^{jk}	9.40 ± 1.08 ^{jk}
	40	46.60 ± 1.36 ^{cd}	32.8 ± 1.58 ^{fg}	19.00 ± 1.3 ^{ij}	13.25 ± 1.05 ^{jk}
<i>E. serrata</i>	20	48.20 ± 1.28 ^{cd}	31.6 ± 1.08 ^{fg}	23.60 ± 0.98 ^{gh}	17.80 ± 1.24 ^{ij}
	40	72.20 ± 1.32 ^b	52.20 ± 1.24 ^c	40.20 ± 4.89 ^c	33.83 ± 0.79 ^{fg}
Control (positive)*		87.60 ± 5.19 ^a	68.80 ± 7.60 ^b	49.40 ± 7.47 ^{cd}	38.20 ± 3.80 ^{ef}
Control (negative)		2.00 ± 0.55 ⁱ	2.00 ± 0.71 ⁱ	2.20 ± 0.49 ⁱ	2.00 ± 0.95 ⁱ

^{a-k} Means with at least one common letter have no significant differences ($P>0.01$). * Positive and negative controls are Apistan anti-Varroa mite strip and water, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر فعالیت حشره‌کشی عصاره گیاهان مورد مطالعه بر درصد تلفات کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

Table 3. Variance analysis of the insecticidal activity effect the studied plant extracts on the mortality percentage of *Varroa* mite in the studied honey bee colonies

Sources of variation	df	Sum of squares	Mean squares	F	P-value
A	5	3061.05	612.21	171.83	0.0001
B	1	404.90	401.14	113.64	0.0001
A × B	5	462.68	92.54	25.97	0.0001
C	3	22.50	7.50	2.11	0.1004
A × C	15	52.81	3.52	0.99	0.47
B × C	3	17.42	5.80	1.63	0.18
A × B × C	15	44.11	2.94	0.83	0.65

A: Plants extract; B: Concentrations; A × B: Interaction effects of plants extract × concentrations; C: Number of times of spraying; A × C: Interaction effects of plants extract × number of times of spraying; B × C: Interaction effects of concentrations × number of times of spraying; A × B × C: Interaction effects of plants extract × concentrations × number of times of spraying

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر فعالیت حشره کشی عصاره گیاهان مورد مطالعه بر درصد تلفات کنه واروآ در کلنی های زنبورعسل مورد مطالعه

Table 4. Mean comparison of insecticides activity effect of the studied plant extracts on the percentage of *Varroa* mite deaths in studied bee colonies (Mean $\pm$ SE)

Plants extract	Concentrations	Number of times of spraying			
		1	2	3	4
<i>F. assafoetida</i>	20	3.20 $\pm$ 0.37 ^{ikh}	1.40 $\pm$ 0.51 ^{nkmo}	3.00 $\pm$ 1.71 ^{ikhj}	1.00 $\pm$ 0.32 ^{nkmo}
	40	6.60 $\pm$ 0.93 ^{fe}	5.20 $\pm$ 0.80 ^{heg}	3.20 $\pm$ 0.58 ^{ikhj}	4.00 $\pm$ 0.71 ^{ihig}
<i>T. vulgaris</i>	20	0.80 $\pm$ 0.37 ^{nmol}	0.20 $\pm$ 0.2 ^o	0.60 $\pm$ 0.40 ^{nmo}	0.60 $\pm$ 0.24 ^{nmo}
	40	1.20 $\pm$ 0.58 ^{nkmo}	1.00 $\pm$ 0.32 ^{nkmo}	0.80 $\pm$ 0.37 ^{nmol}	0.50 $\pm$ 0.29 ^{nmo}
<i>R. persicum</i>	20	0.40 $\pm$ 0.24 ^{no}	1.00 $\pm$ 0.32 ^{nkmo}	0.80 $\pm$ 0.58 ^{mol}	0.60 $\pm$ 0.24 ^{nmo}
	40	0.80 $\pm$ 0.20 ^{mol}	0.60 $\pm$ 0.40 ^{nmo}	0.40 $\pm$ 0.40 ^{no}	1.24 $\pm$ 0.75 ^{nkmo}
<i>A. millefolium</i>	20	0.80 $\pm$ 0.37 ^{nmol}	1.20 $\pm$ 0.58 ^{nkmo}	1.00 $\pm$ 0.77 ^{nkmo}	0.40 $\pm$ 0.24 ⁿ
	40	1.00 $\pm$ 0.55 ^{nkmo}	0.60 $\pm$ 0.24 ^{nmo}	0.60 $\pm$ 0.40 ^{nmo}	1.00 $\pm$ 0.45 ^{nkmo}
<i>E. serrata</i>	20	6.80 $\pm$ 0.97 ^{fe}	7.20 $\pm$ 0.37 ^e	6.60 $\pm$ 0.93 ^{fe}	6.20 $\pm$ 1.24 ^{feg}
	40	8.30 $\pm$ 0.84 ^a	7.80 $\pm$ 1.21 ^{ab}	7.10 $\pm$ 1.39 ^{bcd}	6.5 $\pm$ 2.23 ^{cd}
Control (positive)		2.60 $\pm$ 0.81 ^{nkml}	1.40 $\pm$ 0.75 ^{nkml}	1.40 $\pm$ 0.51 ^{nkmo}	1.60 $\pm$ 0.4 ^{nkmo}
Control (negative)		0.40 $\pm$ 0.24 ^{no}	1.20 $\pm$ 0.37 ^{nkmo}	1.60 $\pm$ 0.81 ^{nkmo}	0.4 $\pm$ 0.24 ^{no}

^{a-o} Means with at least one common letter have no significant differences ($P>0.01$). * Positive and negative controls are Apistan anti-Varroa mite strip and water, respectively.

کنترل کنه واروآ در زنبورستان ها پیشنهاد کرد. در یک پژوهش، غلظت های مختلف عصاره گیاهان لوگه نه، هنگوان، بیلهر و مرزه سهندی برای کنترل کنه واروآ در کلنی های زنبورعسل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه هنگوان، بیشترین تلفات را روی کنه واروآ ایجاد کرد و درصد تلفات آن روی زنبورها فراتر از ۸ درصد نبود. هم راستا با نتایج پژوهش حاضر، محققان استفاده از غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه هنگوان را برای کنترل کنه واروآ در کلنی های زنبورعسل پیشنهاد کردند (Rahimi et al., 2025). در مطالعه دیگر، محققان فعالیت زیستی عصاره اتانولی گیاهان *Baccharis flabellate* و *Minthostachys verticillata* را روی زنبورعسل و کنه واروآ مورد آزمایش قرار دادند. نتایج نشان داد که هر دو این عصاره ها تأثیر کشندگی و دورکنندگی بالایی روی کنه واروآ داشته و تقریباً برای زنبورعسل بی-خطر بودند. هم سو با نتایج پژوهش حاضر، این محققان عصاره این گیاهان را به عنوان جایگزین مناسب سموم کنه-کش برای کنترل کنه واروآ در کلنی های زنبورعسل توصیه کردند (Damiani et al., 2022). در آزمایش دیگری، محققان اثر عصاره گیاه آنگوزه را برای کنترل کنه واروآ در کلنی های زنبورعسل مورد بررسی میدانی قرار دادند. بر اساس نتایج به دست آمده، عصاره این گیاه، تلفات مطلوبی روی کنه واروآ نسبت به گروه شاهد نشان داد. این محققان گزارش کردند که عصاره گیاه آنگوزه می تواند به عنوان جایگزین مناسب سموم سنتتیک، نقش مهمی در کنترل

به دلیل پایین بودن مقاومت زنبورعسل اروپایی (*A. mellifera*) در مقابل کنه واروآ و همچنین، بروز مقاومت در جمعیت های این کنه در مقابل سموم شیمیایی استفاده شده، این کنه به سرعت در بیشتر زنبورستان های جهان در حال پراکندگی و گسترش است (Villalobos, 2016). امروزه یکی از روش هایی که برای کنترل کنه واروآ در کنار سایر روش های غیرشیمیایی، بیشتر مدنظر محققان قرار گرفته و به عنوان جایگزین مناسب کنه کش های سنتتیک توصیه می شود عصاره گیاهان است (Sofou et al., 2017; Rahimi and Parichehreh, 2024; Rahimi et al., 2025). به همین دلیل، مطالعه حاضر با هدف بررسی فعالیت کنه-کشی و حشره کشی عصاره گیاهان آنگوزه، آویشن، ریواس، بوماداران و فرفیون روی درصد تلفات کنه واروآ و میزبان آن در کلنی های زنبورعسل انجام شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد غلظت های مختلف عصاره گیاهان مورد بررسی فعالیت کنه کشی نسبتاً مطلوبی جهت کنترل کنه واروآ در کلنی-های آزمایشی نشان دادند. بر اساس نتایج تجزیه های آماری، غلظت ۴۰ درصد عصاره گیاه آنگوزه، بیشترین تأثیر را روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی های زنبورعسل مورد مطالعه نشان داده است به طوری که اختلاف آن نسبت به سایر غلظت های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه معنی دار بود ($P<0.01$). بر اساس نتایج به دست آمده، درصد تلفات زنبورها در هیچ کدام از تیمارهای آزمایشی فراتر از ۸ درصد نبود. بنابراین، می توان غلظت ۴۰ درصد عصاره گیاه آنگوزه را به عنوان جایگزین مناسب کنه کش های سنتتیک برای

زنبورعسل مورد بررسی قرار گرفت. میزان مرگ و میر کنه‌ها پس از هفته‌های اول و دوم عصاره‌پاشی ارزیابی شد. همه عصاره‌های گیاهی و صمغ آنگوزه سمیت بالایی علیه کنه واروآ به‌ویژه در هفته اول عصاره‌پاشی کنه‌ها نشان دادند. با این حال، صمغ آنگوزه در تمام زمان‌های آزمایش، عصاره-گیاهی مطلوب‌تری بود و بیشترین درصد تلفات کنه‌ها مربوط به هفته اول درمان با صمغ این گیاه بود که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر ایجاد درصد تلفات مطلوب روی کنه واروآ هم‌خوانی دارد (Ashrafi Parchin et al., 2012).

ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه هنگون: ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه آنگوزه با استفاده از دستگاه GC-MS تجزیه شده و نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است. طبق نتایج به‌دست آمده، ۴۱ ترکیب در عصاره گیاه آنگوزه شناسایی شد که عمده‌ترین آنها به‌ترتیب شامل: (E) - ۱ - پروپنیل - sec - بوتیل دی سولفید (۴۴/۳۸ درصد)، (Z) - ۱ - پروپنیل - sec - بوتیل دی سولفید (۳۸/۳۷ درصد)، (n) - ۱ - پروپنیل - sec - بوتیل دی سولفید (۳۶/۵۴ درصد)، گایول (۲۰/۹۹ درصد) و بتا پینن (۱۵/۶۹ درصد) درصد بود. بنابراین، می‌توان خواص اصلی کنه‌کشی مطلوب عصاره این گیاه را به این ترکیبات نسبت داد. نتایج تجزیه ترکیبات شیمیایی گیاه آنگوزه در مطالعه حاضر با نتایج حاصل از تحقیقات محققان مختلف (Sefidkon et al., 1988; Khajeh et al., 2005; Nasiri Bezenjani et al., 2016; Farhadi et al., 2020) مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد همه غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه، خواص کنه‌کشی نسبتاً مطلوبی روی کنترل کنه واروآ نشان دادند. بر اساس نتایج تجزیه‌های آماری، غلظت ۴۰ درصد عصاره گیاه آنگوزه، به‌طور معنی-داری بیشترین تأثیر را روی درصد تلفات کنه‌واروآ در کنه‌های زنبورعسل مورد مطالعه نشان داد. از آنجایی که درصد تلفات زنبورها در هیچ‌یک از تیمارهای آزمایشی فراتر از هشت درصد نبود، بنابراین، می‌توان غلظت ۴۰ درصد عصاره گیاهان آنگوزه را به‌عنوان جایگزین مناسب کنه‌کش‌های سنتتیک در کنار سایر روش‌های غیرشیمیایی برای کنترل کنه واروآ در کنه‌های زنبورعسل پیشنهاد کرد.

کنه واروآ در کنه‌های زنبورعسل داشته باشد که با نتایج مطالعه حاضر، هم‌خوانی داشت (Ramzanpour & Yakhchali, 2019). محققان دیگری، اثر عصاره گیاهان آویشن (*Thymus vulgaris* Linnaeus, 1758) و اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* Miller, 1768) را روی درصد تلفات کنه واروآ به‌ترتیب در دوره‌های ۲۴، ۳۶، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از عصاره‌پاشی روی کنه‌ها بررسی کردند. بیش‌ترین میزان مرگ و میر کنه واروآ بعد از درمان با عصاره گیاهان آویشن و اسطوخودوس به‌ترتیب با میزان ۸۱ و ۷۶ درصد تلفات در ۴۸ ساعت بعد از عصاره‌پاشی مشاهده شد. تلفات ایجاد شده با عصاره‌ها ۴۸ ساعت بعد از عصاره‌پاشی با تیمار شاهد (نوار آپيستتان)، اختلاف معنی‌دار نداشت. هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر، این پژوهشگران گزارش کردند عصاره گیاهان نامبرده می‌توانند به‌عنوان ترکیبات جایگزین سموم شیمیایی برای کنترل کنه‌واروآ در کنه‌های زنبورعسل مورد استفاده قرار گیرند (Sarhangzadeh et al., 2024). در مطالعه دیگری، پژوهشگران اثر عصاره اتانولی آویشن (*Thymus caucasicus* Willd. ex Ronniger, 1932) را در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از عصاره‌پاشی روی کنه واروآ در کنه‌های زنبورعسل مورد تجزیه قرار دادند. نتایج نشان داد که عصاره اتانولی برگ آویشن هیچ اثر خطرناکی روی زنبورها ندارد و به‌دلیل ایجاد تلفات بالا روی کنه‌ها می‌تواند در زنبورستان‌ها به‌عنوان جایگزین مناسب سموم کنه‌کش برای کنترل کنه‌های واروآ در کنار سایر روش‌های غیرشیمیایی مورد استفاده قرار گیرد. این محققین متوجه شدند که تلفات کنه‌های واروآ پنج ساعت پس از عصاره‌پاشی شروع می‌شود و ۲۴ ساعت پس از عصاره‌پاشی به بیشترین میزان خود می‌رسد. نتایج این آزمایش با نتایج مطالعه حاضر مبنی بر این که بیشترین تأثیر عصاره‌ها در مراحل اولیه عصاره‌پاشی است، هم‌خوانی دارد (Rahimi et al., 2017). در آزمایش دیگری، خواص کنه‌کشی عصاره گیاهان بوماداران (*A. millefolium*)، درمنه دشتی (*Artemisia sieberi* Linnaeus)، پونه کوهی (*Mentha longifolia* Linnaeus)، اسپند (*Peganum harmala*)، مرزه سهندی (*Satureja sahandica*)، مریم نخودی (*Bornmüller Teucrium polium*)، آویشن (*Linnaeus Thymus kotchyanus* Boiss) و صمغ آنگوزه (*F. assa-foetida*) روی کنه واروآ در کنه‌های

تشکر و قدردانی

جناب آقای مهندس حسین معروفی و آقای دکتر آزاد
رستگار که در شناسایی نمونه‌های گیاهی نهایت همکاری را
داشتند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

نویسندگان مقاله از مسئولین محترم مرکز تحقیقات و
آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، به‌خصوص

جدول ۵- نتایج ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه آنغوزه در مطالعه حاضر

Table 5. The results of the chemical compounds of *F. assa-foetida* plant extract in the present study

No	Components	Retention indices	Percentage
1	Kohlenmonoxid	581	0.08
2	Diatomic nitrogen	623	0.05
3	1,1,3-Triethoxypropane	668	0.11
4	1,2,3-Dihydroxypropanal	702	0.13
5	α -pinene	761	1.69
6	3,4-Dimethylthiophene	777	0.13
7	5,5-Dimethylpyrazolidin3-one	803	0.07
8	3-methyl Nonane	833	0.11
9	(5E)-4,4-Dimethyl-5-octenal	861	0.99
10	2-Dimethyl(prop-2-enyl)silyloxydodecane	917	1.57
11	β-pinene	925	10.69
12	Tricyclene	928	0.59
13	Hexadecane	959	0.76
14	Myrcene	983	1.86
15	α -copaene	989	0.58
16	α -acorenol	995	0.61
17	Decane	999	0.12
18	α -terpinolene	1002	0.67
19	α -ohellandrene	1003	0.95
20	Limonene	1029	1.54
21	Z- β -Ocimene	1042	1.6
22	E- β -Ocimene	1052	0.52
23	Epicubebol	1067	1.06
24	α -terpinene	1071	0.1
25	3-methyl Nonane	1112	0.58
26	2-methylene	1113	1.58
27	Di-sec-butyl-disulfide	1211	0.59
28	Thymol-methyl-ether	1232	0.21
29	n-propenyl sec-butyl disulfide	1244	15.54
30	Z-1-propenyl sec-butyl disulfide	1249	17.37
31	E-1-propenyl sec-butyl disulfide	1251	25.38
32	Carvacrol	1260	1.45
33	ϵ -3-Tetradecene	1392	0.19
34	Selin-4, 7(11)-diene	1452	0.94
35	α -Humulene	1454	0.63
36	Cadina-4-diene	1520	0.57
37	β -Himachalene	1537	0.44
38	δ -Cadinene	1558	0.58
39	Spathulenol	1579	0.12
40	Hexadecane	1603	0.29
41	Guaiol	1642	11.99

فهرست منابع

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal Economic Entomology*, 18(2), 265-267. doi: 10.1093/jee/18.2.265a
- Adams, R. P. (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4th edition, Allured Publishing Corporation, Carol Stream, USA.

- Allam, S. F. M., Hassan, M. F., Risk, M. A., & Zaki, A. U. (2003). Utilization of essential oils and chemical substances alone or in combination against *Varroa* mite (*Varroa destructor*), a parasite of honeybees. *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes*, 26(2), 273-278. doi: 10.21608/ajes.2008.4971
- Ashrafi Parchin, R., Bahraminejad, S., Ashrafi Parchin, M., & Ebadollahi, A. (2012). Toxic effect of a selection of medicinal plant products against the parasitic bee mite *Varroa destructor*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(14), 2807-2811. doi: 10.5897/JMPR11.1344 [In Persian]
- Damiani, N., Liesel, B., Matías, D., Marcangeli, A., & Eguaras, J. (2022). Repellent and acaricidal effects of botanical extracts on *Varroa destructor*. *Parasitol Research*, 108(3), 79-86. doi: 10.1007/s12038-012-9287-2
- Delaplane, K. S., Van der Steen, J., & Guzmán-Novoa, E. (2013). Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apiculture Science*, 52(1), 1-12. doi: 10.3896/IBRA.1.52.1.03
- Dietemann, V., Nazzi, F., Martin, S. J., Anderson, D. L., Locke, B., Delaplane, K. S., Wauquiez, Q., Tannahill, C., Frey, E., Ziegelmann, B., Rosenkranz, P., & Ellis, J. D. (2013). Standard methods for *Varroa* research. In: Dietemann, V., Ellis, J. D., Neumann, P. (Eds) The COLOSS BEEBOOK, volume II: standard methods for *Apis mellifera* pest and pathogen research. *Journal of Apiculture Research*, 52(3), 1-54. doi: 10.3896/IBRA.1.52.4.16
- Dietemann, V., Pflugfelder, J., Anderson, D., Charriere, J. D., Chejanovsky, N., Dainat, B., De Miranda, J., Delaplane, K., Dillier, F. X., Fuch, S., Gallmann, P., Gauthier, L., Imdorf, A., Koeniger, N., Kralj, J., Meikle, W., Pettis, J., Rosenkranz, P., Sammataro, D., Smith, D., Yañez, O., & Neumann, P. (2012). *Varroa destructor*: research avenues towards sustainable control. *Journal of Apicultural Research*, 51(1), 125-132. doi: 10.1007/s13592-021-00886-2
- Emsen, B., Guzman-Novoa, E., & Kelly, P. G. (2013). Honey production of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies with high and low *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) infestation rates in eastern Canada. *The Canadian Entomologist*, 145(02), 1-5. doi: 10.4039/tce.2013.68
- Georges, K., Jayaprakasam, B., Dalavoy, S. S., & Nair, M. G. (2007). Pest-managing activities of plant extracts and anthraquinones from *Cassia nigricans* from Burkina Faso. *Bioresource Technology*, 99(6), 2037-2045. doi: 10.1016/j.biortech.2007.02.049
- Giusti, M., Sabelli, C., Di Donato, A., Lamberti, D., Paturzo, C. E., Polignano, V., Lazzari, R., & Felicioli, A. (2017). Efficacy and safety of Varterminator, a new formic acid medicine against the *Varroa* mite. *Journal of Apiculture Research*, 56, 162-167. doi: 10.1080/00218839.2017.1291207
- Ghasemi, V., Moharrampour, S., & Tahmasebi, G.H. (2010). Acaricidal activity of essential oil from *Mentha longifolia* (Lamiaceae) against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and its effect on *Apis mellifera* (Hym.: Apidae). *Journal of the Entomological Society of Iran*, 30(2), 31-45.
- Gonzales-Lopez, G., Ojeda, M., Lugo, F., Ortega, I., Chavez, L., Vasquez, A., Vivas, R., Technologicao Nacional de Mexico, Maya, I., Roo, Q., Felipe, S. & Puerto, C. (2019). In vitro acaricide activity of extracts from three *Leucaena* spp. genotypes versus *Rhipicephalus microplus*. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 41(2), 87-98. doi: 10.22319/rmcp.v10i3.4822
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Hernández-Rodríguez, C. S., & González-Cabrera, J. (2020). Assessing the Resistance to Acaricides in *Varroa destructor* from Several Spanish Locations. *Parasitology Research*, 119(11), 3595-3601. doi: 10.1007/s00436-020-06879-x
- Islam, N., Amjad, M., Haq, E., & Naz, F. (2023). Comparative field efficiency of the extracts of plant materials for controlling *Varroa destructor* about brood development in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *International Journal of Bioscience*, 16(1), 126-138. doi: 10.12692/ijb/16.1.126-138
- Isman, M., & Machial, C. M. (2006). Pesticides based on plant essential oils.: From traditional practice to commercialization. *Naturally Occurring Bioactive Compounds*, 3, 29-44. doi: 10.1016/S1572-557X(06)03002-9
- Khajeh, M., Yamini, Y., Bahramifara, N., Sefidkon, F., & Pirmoradei, M.R. (2005). Comparison of essential oils compositions of *Ferula assa-foetida* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chemistry*, 91, 639-644. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.06.033
- Le Conte, Y., Ellis, M., & Ritter, W. (2010). *Varroa* mites and honey bee health: Can *Varroa* explain part of the colony losses? *Apidologie*, 41(3), 353-363. doi: 10.1051/apido/2010017
- Malaki, M., Sepehri, R., & Rahimi, A. (2023). Effect of different concentrations of formic acid and oxalic acid on the control of *Varroa* mite (*Varroa destructor*) in Iranian honey bee (*Apis mellifera meda*) colonies. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 36(140), 69-82. doi: 10.22092/ASJ.2022.360179.2260 [In Persian]
- Mullin, C. A., Frazier, J. L., Ashcraft, S., Simonds, R., van Engelsdorp, D., & Pettis, J. S. (2010). High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: Implications for honey bee health. *PLoS One*, 5(3), e9754. doi: 10.1371/journal.pone.0009754

- Nasiri Bezenjani, S., Razavizadeh, R., & Alumi, H. (2016). Investigating the content of phenylpropanoid compounds of sap and chemical compounds of Anghuzeh plant essential oil in some natural habitats of Kerman province. *Journal of Plant Research*, 30(4), 674-687. [In Persian]
- Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential Oils as Ecofriendly Biopesticides? Challenges and Constraints. *Trends in Plant Science*, 21(12), 1000-1007. doi: 10.1016/j.tplants.2016.10.005.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345-353. doi: 10.1016/j.tree.2010.01.007
- Rahimi, A., Bahmani, H. R., & Mahdavi, V. (2025). Acaricidal and insecticidal activity of plant extracts of *Ferola pseudalliacea*, *Smyrnopsis aucheri*, *Satureja sahendica* and *Prangos ferulacea* for the control of Varroa mite in honey bee colonies. *Research on Animal Production*, 16(1), 167-179. doi: 10.61186/rap.16.1.167 [In Persian]
- Rahimi, A., & Parichehreh, S. (2024a). Evaluation and introduction of a new plant-based formulation to control *Varroa mite* (*Varroa destructor*) in honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Journal of Entomological Society of Iran*, 44(4), 417-428. doi: 10.61186/jesi.44.4.5 [In Persian]
- Rahimi, A., & Parichehreh, S. (2024b). Evaluation and introduction of a plant-based formulation to the control of *Varroa mite* in the honey bee colonies. *Iranian Honey Bee Science and Technology*, 15(28), 19-27. doi: 10.22034/HBSJ.2024.366033.1167 [In Persian]
- Rahimi, A., Khoram Del, Y., & Moradpour, F. (2017). The effect of thyme (*Thymus caucasicus*) ethanol extract on *Varroa mite* (*Varroa destructor*), an ectoparasite mite of *Apis mellifera meda* (Hym: Apidae). *Biologija*, 63(2), 177-184. doi: 0.6001/biologija. v63i2.3529
- Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Mowery, A., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J. M., Ellis, J. D., Hawthorne, D., & vanEngelsdorp, D. (2019). *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *PNAS Latest Articles*, 16(5), 1792-1801. doi: 10.1073/pnas.1818371116
- Ramzanpour, A., & Ykhchali, M. (2020). Study on the effect of *Ferula pseudalliacea* (Family: Apiacea) extract on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) infestation in honeybee (Hymenoptera: Apidae, *Apis mellifera*) by injection method. Iran. *Journal of Veterinary Research*, 15(4), 85-92. [In Persian]
- Rechinger, K. H. (1987). Cousinia: morphology, taxonomy distribution and phytogeographical implication. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 89, 45-58. doi: 10.1017/S0269727000008897
- Salehpor, F., Ghafari, M., Rahimi, A., & Mokhbar, M. (2024). Effect of vitamins thiamine and riboflavin on population growth, functional traits, and body fat and protein reserves in Iranian honey bee (*Apis mellifera meda*) colonies. *Animal Production Research*, 13(2), 87-98. doi: 10.22124/ar.2024.26114.1803 [In Persian]
- Sarhangzadeh, K., Yakhchali, M., & Moradi, M. (2024). The effects of plants extract of thyme (*Thymus vulgaris*) and lavender (*Lavandula 39 angustifolia*) on *Varroa destractor* (Acarina: Varroidae) and *Nosema ceranae* (Dissociodihaplophasida: Nosematidae) in adult worker honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Parasitic Diseases*, 14, 1-13. doi: 10.21203/rs.3.rs-4407998/v1
- Sefidkon, F., Askari, F., & Mirza, M. (1998). The essential oil composition of *Ferula assa-foetida* L. from Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 10, 687-689. [In Persian]
- Sofou, K., Isaakidis, D., Spyros, A., Büttner, A., Giannis, A., & E- Katerinopoulos, H. (2017). Use of costic acid, a natural extract from *Dittrichia viscosa*, for the control of *Varroa destructor*, a parasite of the European honey bee. *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, 18(13), 952-959. doi: 10.3762/bjoc.13.96
- Torkmandi, Z., Sepehri, R., Rahimi, A., & Tahmasebi, G. (2025). Evaluation of the performance of improved Iranian honey bee queens "Aram" with native queens and their hybrids in the climatic conditions of Kurdistan province. *Animal Production Research*, 14(1), 101-115. doi: 10.22124/ar.2025.28911.1864 [In Persian]
- Villalobos, E. M. (2016). The mite that jumped, the bee that traveled, the disease that followed. *Science*, 351(6273), 554-556. doi: 10.1126/science. aaf0938
- Warner, S., Pokhrel, L. R., Akula, S. M., Ubah, C. S., Richards, S. L., Jensen, H., & Kearney, G. D. (2024). A scoping review on the effects of Varroa mite (*Varroa destructor*) on global honey bee decline. *Science of the Total Environment*, 1(906), 167492. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.167492
- Zemene, M., Bogale, B., Derso, S., Belete, S., Melaku, S., & Hailu, H. (2015). A review on *Varroa* mites of honey bees. *Academic Journal of Entomology*, 8(3), 150-159. doi: 10.5829/idosi.aje.2015.8.3.95259