


Research Paper

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

Ataollah Rahimi¹, Hamid Reza Bahmani² and Vahid Mahdavi³

- 1- Assistant professor, Animal Science Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran,
(Corresponding author: ata.rahimi@areeo.ac.ir)
- 2- Assistant professor, Animal Science Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
- 3- Assistant professor, Animal Science Research Department, Ardebil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Moghan, Iran

Received: 12 July, 2024

Revised: 22 September, 2024

Accepted: 13 October, 2024

Extended Abstract

Background: *Varroa* mite is one of the most important parasites in the honey bee colonies and the beekeeping industry all over the world. It causes great economic loss to the beekeeping industry and beekeepers by feeding on the fat body and hemolymph in different developmental stages of the bees and also by the transmission of pathogenic viral agents. In recent years, the application of chemical pesticides has led to the occurrence of mite resistance and contamination of hive products. Plant extracts are considered as a suitable alternative to chemical acaricides for the *Varroa* mite control. Therefore, the present study aimed to investigate the acaricidal and insecticidal activity of extract of *Ferola pseudalliacea*, *Smyrnopsis aucheri*, *Satureja sahendica* and *Prangos ferulacea* plants against *Varroa* mite and its host in the honey bee colonies in the climatic conditions of Kurdistan province from 2021 to 2023.

Methods: Hangwan, Bilhar, Marzeh Sahandi and Logneh plants were collected from different regions of Kurdistan province in April and June 2021 and then identified. After separating the waste materials, the aerial parts of the studied plants were dehumidified and dried separately in the shade and at room temperature (28 degrees Celsius and relative humidity of 45%) and then using the device Shredder, their aerial organs were crushed and powdered. The extracts of studied plants in this research were extracted using a Soxhlet extractor and absolute ethanol solvent. Then, the chemical compounds of the plants were identified using a gas chromatography device connected to a mass spectrometer (GC-MS). The present study was conducted in the form of a factorial experiment based on a completely random basic design with 14 treatments and 5 replications. Before conducting the bioassay experiments, the experimental colonies were homogenized in terms of queen age, population (adults and brood), and honey storage. Also, the initial infestation rate of colonies with *Varroa* mites was evaluated for adult and brood. In the present study, 70 Langstroth colonies were used, which had a sticky white plastic sheet embedded in the bottom of each colony. The experimental colonies were treated with 15 ml of 20, 35, and 50% concentrations of the extracts of the mentioned plants at sunset when all the bees were present in the hive. Every 5 days at 10 am, the plastic sheet was removed from the bottom of all the colonies and the number of dead bees and mites on them was counted. After removing the dead bees and mites, a plastic sheet was again placed on the bottom of the colony. In the present study, the effect of acaricidal activity of different concentrations of each plant extract was calculated using the instructions of Allam *et al.* (2003). In the present study, the effect of the insecticidal activity of different concentrations of each plant extract on the growth rate of the population (adults and brood) was also evaluated. Finally, the data were analyzed using the GLM procedure embedded in the statistical software SAS V. 9.4 M6, and the mean comparisons were done using the least significant difference (LSD) method by this software.

Results: Generally, the results showed that different concentrations of the extracts of all tested plants showed relatively favorable acaricidal activity to control the *Varroa* mite in the present study. Based on the results of statistical analysis, the concentration of 50% of Hengvan and Logneh plant extracts showed the greatest effect on the mortality percentage of *Varroa* mites in the studied bee colonies, and their difference is significant compared to other different concentrations of the



studied plants extract ($p < 0.01$). The results of the effect of insecticidal activity of different concentrations of the studied plants extract on bees showed that the mortality percentage of different concentrations of none of the extracts in the experimental treatments was more than nine percent. GC-MS analysis of plant extracts showed that E-1-propenyl sec-butyl disulfide, Z-1-propenyl sec-butyl disulfide, n-propenyl sec-butyl disulfide, Guaiol, and β -pinene in *F. pseudalliacea* and β -pinene, α -pinene and α -Fenchyl in *P. ferulacea* were the main chemical constituents.

Conclusion: Our finding showed that the mortality percentage of different concentrations of studied plants extract on bees was not more than nine percent in any of the experimental treatments. Therefore, the concentration of 50% of Hengvan and Logneh plant extracts can be suggested as a suitable alternative to synthetic acaricides to control the *Varroa* mite in honey bee colonies due to its favorable acaricidal activity on mites.

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

How to Cite This Article: Rahimi, A., Bahmani, H. R., & Mahdavi, V. (2025). Acaricidal and Insecticidal Activity of Plant Extracts of *Ferula Pseudalliacea*, *Smyrnostemmis Aucheri*, *Satureja Sahendica* and *Prangos Ferulacea* for the Control of *Varroa* Mite in Honey Bee Colonies. *Res Anim Prod*, 16(1), 167-179. DOI: 10.61186/rap.16.1.167

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر فعالیت کنه‌کشی و حشره‌کشی عصاره گیاهان هنگوان (*Ferola pseudalliacea*)، مرزه سه‌پندی (*Satureja sahendica*)، بیلهر (*Myrnostopsis aucheri*) و لوگه‌نه (*Prangos ferulacea*) برای کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل

عطاله رحیمی^۱، حمیدرضا بهمنی^۲ و وحید مهدوی^۳

۱- استادیار، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران، (نویسنده مسوول: ata.rahimi@areeo.ac.ir)

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

۳- استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۲

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱
صفحه: ۱۶۷ تا ۱۷۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۲۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: کنه‌واروآ آفت کلنی‌های زنبورعسل و یکی از بزرگ‌ترین معضلات صنعت زنبورداری در سرتاسر جهان است که با تغذیه از همولف و اجسام چربی مراحل مختلف رشدی زنبورعسل (بالغین و نوزادان) و همچنین انتقال عوامل بیماری‌زای ویروسی، خسارت اقتصادی زیادی را هر سال به زنبورداران و صنعت زنبورداری دنیا وارد می‌کند. طی سال‌های اخیر، استفاده از کنه‌کش‌های شیمیایی برای کنترل کنه‌واروآ منجر به ایجاد مقاومت در این انگل و آلودگی محصولات کندو شده‌است. اخیراً، عصاره‌های گیاهی به‌عنوان جایگزین مناسب کنه‌کش‌های شیمیایی به‌منظور کنترل کنه‌واروآ در نظر گرفته شده‌است. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی خواص کنه‌کشی و حشره‌کشی غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان هنگوان، مرزه سه‌پندی، بیلهر و لوگه‌نه و تأثیر آن‌ها بر کنه‌واروآ و میزبان آن در کلنی‌های زنبورعسل طی بازه زمانی ۱۴۰۱ الی ۱۴۰۲ در شرایط اقلیمی استان کردستان انجام شد.

مواد و روش‌ها: گیاهان هنگوان، بیلهر، مرزه سه‌پندی و لوگه‌نه در اردیبهشت و خرداد ماه ۱۴۰۱ از مناطق مختلف استان کردستان در مرحله گلدهی جمع‌آوری و سپس شناسایی شدند. پس از جداسازی مواد زائد، اندام‌های هوایی گیاهان مورد مطالعه به‌طور جداگانه در سایه و دمای اتاق (۲۸ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۵ درصد) رطوبت‌گیری و آن‌ها را خشک کرده و سپس با استفاده از دستگاه خردکن، اندام‌های هوایی آن‌ها خرد و پودر شد. عصاره گیاهان مورد مطالعه در این پژوهش با استفاده از دستگاه سوکسله و حلال اتانول مطلق استخراج شد. سپس، ترکیبات شیمیایی گیاهان با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC-MS) شناسایی شد. مطالعه حاضر براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۱۴ تیمار و پنج تکرار در هر تیمار اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش‌های زیست‌سنجی، کلنی‌های آزمایشی از لحاظ سن ملکه، جمعیت (بالغین و نوزادان) و ذخیره عسل یکسان‌سازی شدند. همچنین، نرخ آلودگی اولیه کندوها به کنه‌واروآ برای زنبورهای بالغ و نوزادان ارزیابی شد. در مطالعه حاضر، از ۷۰ کندوی لانتکستروت که در کف هر کندو یک صفحه پلاستیکی سفید چسبناک تعبیه شده بود، استفاده شد. کلنی‌های آزمایشی در موقع غروب آفتاب هنگام حضور همه زنبورها در کندو با استفاده از ۱۵ میلی‌لیتر از غلظت‌های ۲۰، ۳۵ و ۵۰ درصد عصاره گیاهان نام‌برده تیمار شدند. در تیمار شاهد مثبت از داروی کنه‌کش آپیستان (در داخل هر کندو یک نوار) و در تیمار شاهد منفی از آب استفاده شد. هر پنج روز یک‌بار، ساعت ۱۰ صبح تمام شانه‌های هر کندو را بازدید کرده و سپس صفحه پلاستیکی کف کندوها را برداشته و تعداد زنبورها و کنه‌های مرده روی آن‌ها شمارش و بعد از برداشتن زنبورها و کنه‌های مرده، مجدداً صفحه پلاستیکی در کف کندو قرار داده شد. در مطالعه حاضر، تأثیر خاصیت کنه‌کشی غلظت‌های مختلف عصاره گیاه در هر کندو محاسبه شد. همچنین، تأثیر فعالیت حشره‌کشی غلظت‌های مختلف عصاره گیاه بر نرخ رشد جمعیت (بالغین و نوزادان) نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت، داده‌ها با استفاده از رویه GLM تعبیه شده در نرم‌افزار آماری SAS V. 9.4 M6 آنالیز و مقایسه میانگین‌ها نیز با روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) با استفاده از همین نرم‌افزار انجام شد.

یافته‌ها: به‌طور کلی، نتایج نشان داد غلظت‌های مختلف عصاره همه گیاهان مورد آزمایش فعالیت کنه‌کشی نسبتاً مطلوبی برای کنترل کنه‌واروآ در مطالعه حاضر نشان دادند. براساس نتایج آنالیزهای آماری، غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاهان هنگوان و لوگه‌نه بیشترین تأثیر را بر درصد تلفات کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه نشان دادند که اختلاف آن‌ها نسبت به سایر غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نتایج تأثیر فعالیت حشره‌کشی غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه روی زنبورها نشان داد که درصد تلفات حشره‌کشی غلظت‌های مختلف هیچ‌یک از عصاره‌ها در تیمارهای آزمایشی فراتر از نه درصد نبود. تجزیه GC-MS عصاره گیاهان هنگوان و لوگه‌نه نشان داد که (E) - ۱ - پروپینیل sec - بوتیل دی سولفید (۲۵/۳۸ درصد)، (Z) - ۱ - پروپینیل sec - بوتیل دی سولفید (۱۷/۳۷ درصد)، n - ۱ - پروپینیل sec - بوتیل دی سولفید (۱۵/۵۴ درصد)، گایول (۱۱/۹۹ درصد) و بتا پینن (۱۰/۶۹ درصد) به‌ترتیب در گیاه هنگوان و پتا پینن (۱۷/۹۱ درصد)، آلفا پینن (۱۶/۸ درصد) و آلفا فنچیل (۱۴/۵ درصد) به‌ترتیب در گیاه لوگه‌نه اجزای اصلی عصاره را تشکیل دادند.

نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه در هیچ‌یک از تیمارهای آزمایشی بر درصد تلفات زنبورها فراتر از نه درصد نبود. بنابراین، می‌توان غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاهان هنگوان و لوگه‌نه را به‌علت داشتن تأثیر کنه‌کشی مطلوب بر کنه‌ها در مطالعه حاضر به‌عنوان جایگزین مناسب کنه‌کش‌های سنتتیک برای کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: زنبورعسل، عصاره گیاهی، فعالیت حشره‌کشی، فعالیت کنه‌کشی، کنه‌واروآ

مقدمه

(2024). با وجود تمام مزایای اقتصادی و اجتماعی مربوط به حرفه زنبورداری در کشور و نقش ارزنده زنبورعسل در طبیعت، امروزه کلنی‌های زنبورعسل به‌طور نامطلوبی به‌وسیله‌ی یک‌سری عوامل بیماری‌زا و آفات تحت تأثیر قرار گرفته‌اند (Rahimi et al., 2022; Taheri Imam Kandi et al., 2024). یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها و معضلات موجود در

زنبورعسل (*Apis mellifera* L.) یکی از مهم‌ترین حشرات اجتماعی و گرده‌افشان دنیاست که نقش برجسته‌ای در امر گرده افشانی و پرورش آن از لحاظ اقتصادی، اجتماعی اهمیت زیادی در معیشت و تامین امنیت غذایی مردم جهان دارد (Rahimi et al., 2023; Rahimi & Parichehreh, 2024).

نه ماه قبل از اجرای آزمایش با هیچ‌گونه داروی کنه‌کش یا سایر روش‌های کنترل کنه‌واروآ تیمار نشدند. 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 براساس دستورالعمل دلفان و همکاران (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 دیتیمان و همکاران (Dietmann *et al.*, 2013) برای زنبورهای بالغ و براساس دستورالعمل زمان و همکاران (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 و آن‌ها را به داخل یک شیشه ۱۵۰ میلی لیتری که حاوی آب و صابون بود، منتقل گردید. سپس، ۳ دقیقه شیشه حاوی زنبورها را تکان داده و بعد از یک دقیقه، اکثر 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 را از نظر باقی‌ماندن کنه روی بدن آن‌ها، مورد بررسی قرار گرفتند. تعداد زنبورها و کنه‌های داخل هر شیشه را شمارش 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 شفیله کارگر را از شان‌های 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 مشاهده شده را به تعداد سلول‌های باز شده (۱۰۰ سلول) تقسیم گردید. سرانجام، نرخ آلودگی هر کلنی، از حاصل میانگین درصد آلودگی نمونه‌های بالغین و نوزادان به دست آمد.

مطالعه حاضر براساس طرح پایه کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل با ۱۴ تیمار آزمایشی شامل تیمارهای غلظت‌های ۲۰، ۳۵ و ۵۰ درصد عصاره گیاهان هنگوان، بیلهر، مرزه سهندی و لوگه‌نه و دو تیمار شاهد (یکی به‌عنوان شاهد مثبت و دیگری شاهد منفی) و هر کدام از تیمارها در ۵ تکرار به مدت ۲۰ روز مورد آزمایش‌های زیست‌سنجی قرار گرفتند. در مطالعه حاضر، از ۷۰ کندوی لانگستروت که در کف هر کندو یک صفحه پلاستیکی سفید چسبناک تعبیه شده بود، استفاده شد. آزمایش‌های میدانی در اوایل شهریور ماه ۱۴۰۲ که عسل کندوها برداشت شده و جمعیت کنه در کلنی‌ها معمولاً در اوج خود قرار داشت، اجرا شد. کلنی‌های آزمایشی در موقع غروب آفتاب هنگام حضور همه زنبورها در کندو با استفاده از غلظت‌های ۲۰، ۳۵ و ۵۰ درصد عصاره گیاهان نام‌برده تیمار شدند. ۱۵ میلی لیتر از غلظت‌های ۲۰، ۳۵ و ۵۰ درصد عصاره هر گیاه روی زنبورها و کنه‌ها در روی تمام قاب‌های هر کندو موقع غروب آفتاب اسپری شد. در تیمار شاهد مثبت از داروی

این آفت، مطالعه حاضر با هدف بررسی خواص کنه‌کشی و حشره‌کشی عصاره گیاهان دارویی بومی استان کردستان مثل گیاهان هنگوان، بیلهر، مرزه سهندی و لوگه‌نه روی کنه واروآ و میزبان آن در کلنی‌های زنبورعسل در شرایط اقلیمی استان کردستان انجام شد تا در نهایت بتوان به یک ترکیب طبیعی و ارگانیک و به‌عنوان یک جایگزین مناسب سموم شیمیایی برای کنترل کنه واروآ و امن و بی‌خطر برای انسان، زنبورعسل و محیط زیست 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 ۱۴۰۱ الی آذر ماه ۱۴۰۲ طراحی و اجرا شد.

جمع‌آوری، شناسایی و عصاره‌گیری گیاهان مورد مطالعه

گیاهان هنگوان، بیلهر، مرزه سهندی و لوگه‌نه در اردیبهشت و خرداد ماه ۱۴۰۱ از مناطق مختلف استان کردستان در مرحله گل‌دهی جمع‌آوری و برای شناسایی به آزمایشگاه منتقل شدند. شناسایی و تعیین نام علمی گیاهان مورد مطالعه براساس 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 سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۵ درصد) رطوبت‌گیری و آن‌ها را خشک کرده و سپس با استفاده از دستگاه خردکن، اندام‌های هوایی آن‌ها خرد و پودر گردید. عصاره گیاهان براساس دستورالعمل رحیمی و همکاران (Rahimi *et al.*, 2017) با استفاده از دستگاه سوکسله (ساخت شرکت رویان‌تب، 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 میلی لیتر اتانول مطلق استفاده گردید. بعد از بارگیری حلال و پودر گیاه روی دستگاه سوکسله، دستگاه به مدت ۸ ساعت برای عصاره‌گیری روشن شد. بعد از عصاره‌گیری، از دستگاه روتاری (ساخت شرکت رویان‌تب، 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 سانتی‌گراد نگهداری شدند. قبل از هر نوبت عصاره‌پاشی، از محلول مادری عصاره هر گیاه غلظت‌های مورد نظر (۲۰، ۳۵ و ۵۰ درصد (حجمی)) تهیه و همان روز استفاده شد.

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 و سپس کلنی‌ها به ایستگاه تحقیقاتی گریزه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان منتقل شدند. این کلنی‌ها تا

شناسایی ترکیبات تشکیل‌دهنده عصاره

به‌منظور آنالیز عصاره‌ی هر گیاه، از دستگاه GC-MS مدل TRACEMS مجهز به ستون DB به طول ۶۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه نازک ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. دمای آون از ۶۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه افزایش یافت و به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. از گاز هلیوم با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌لیتر بر دقیقه و از انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت استفاده گردید. شناسایی ترکیب‌های عصاره‌ی گیاهان با استفاده از شاخص بازداری و بررسی طیف‌های جرمی ترکیب‌ها و مقایسه آن‌ها با طیف‌های جرمی پیشنهادی توسط کتابخانه‌های کامپیوتر دستگاه GS-MS و هم‌چنین با مقایسه طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد موجود در کتاب آدامز (Adams, 2007) انجام شد.

آنالیزهای آماری

بعد از به‌دست‌آوردن درصد تلفات غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه در هر کندو و سپس اصلاح درصد تلفات، نرمال بودن توزیع داده‌ها به‌وسیله آزمون کولموگوروف اسمیرنوف^۲ با استفاده از رویه univariate در نرم‌افزار آماری SAS 9.4 M6 مورد آزمون قرار گرفت. پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، داده‌ها براساس تجزیه فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی آنالیز شدند. برای انجام این آنالیز، از رویه GLM تعبیه‌شده در نرم‌افزار آماری SAS V. 9.4 M6 استفاده گردید. در نهایت، مقایسه میانگین‌ها نیز با روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD³) با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی خواص کنه‌کشی عصاره‌ها

نتایج تجزیه واریانس اثر فعالیت کنه‌کشی غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان هنگوان، مرزه سهندی، بیلهر و لوگه‌نه روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده‌است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد تأثیر عصاره گیاهان مورد مطالعه، غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه، تعداد دفعات عصاره‌پاشی، اثر متقابل عصاره گیاهان و غلظت‌ها، اثر متقابل غلظت‌ها و تعداد دفعات عصاره‌پاشی، اثر متقابل عصاره گیاهان، غلظت‌ها و تعداد دفعات عصاره‌پاشی روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین تأثیر فعالیت کنه‌کشی عصاره گیاهان هنگوان، مرزه سهندی، بیلهر و لوگه‌نه روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه براساس روش LSD در جدول (۲) نشان شده‌است. براساس نتایج به‌دست‌آمده، بیشترین درصد تلفات ایجادشده روی کنه واروآ مربوط به دفعه اول عصاره‌پاشی غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه هنگوان (۸۷/۴ درصد) و کمترین درصد تلفات روی این انگل در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه مربوط به تیمار شاهد منفی (۲ درصد) بود.

کنه‌کش آپیستان (در داخل هر کندو یک نوار) و در تیمار شاهد منفی از آب استفاده شد. هر پنج روز یک‌بار ساعت ۱۰ صبح تمام شأن‌ها هر کندو را مورد بازدید و سپس صفحه پلاستیکی کف کندوها را برداشته و تعداد زنبورها و کنه‌های مرده روی آن‌ها شمارش 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 گردید. در پایان آزمایش‌ها، جهت ارزیابی کل جمعیت کنه‌ها، دو نوار آپیستان به مدت ۲۰ روز در داخل هر کندو تعبیه 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 آلام و همکاران (Allam et al., 2003) ارزیابی (فرمول ۱) و سپس با استفاده از فرمول آبوت (Abbott, 1925) (فرمول ۲) اصلاح گردید.

فرمول ۱:

$$100 \times \frac{\text{تعداد کنه‌های مرده در طول درمان با غلظت هر عصاره}}{\text{تعداد کنه‌های مرده در طول درمان کنه با آپیستان} + \text{تعداد کنه‌های مرده در طول درمان با غلظت هر عصاره}} = \text{درصد تلفات غلظت هر عصاره در هر کندو}$$

فرمول ۲:

$$100 \times \frac{\text{درصد تلفات کنترل} - \text{درصد تلفات آزمایش}}{100 - \text{درصد تلفات کنترل}} = \text{درصد تلفات اصلاح شده}$$

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 براساس دستورالعمل دلافان و همکاران (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 را با سنجاق رنگی قبل از شروع آزمایش مشخص گردید. سپس بعد از هفت روز، سلول‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. سلول‌های درب‌پوشیده یا سلول‌هایی با لارو سن آخر به‌عنوان نوزادان زنده در نظر گرفته شدند ولی سلول‌های خالی یا سلول‌هایی که با تخم تازه جایگزین شده بودند به‌عنوان 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 به‌صورت هر پنج روز یک‌بار در تمام طول دوره تیمارکردن کلنی‌ها، شمارش و به‌عنوان زنبورهای مرده در نظر گرفته شدند. سپس، حاصل میانگین کشندگی غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه روی جمعیت بالغین و نوزادان به‌عنوان تأثیر کشندگی غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه برای آن کندو ثبت شد.

² - Kolmogorov- Smirnov Test

³ - Least Significant Difference

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر فعالیت کنه‌کشی عصاره گیاهان هنگوان، مرزه سهندی، بیلهر و لوگه‌نه بر درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

Table 1. Variance analysis of the effect of the acaricidal activity of the extracts of Hangvan, Mazreh Sahandi, Bilhar, and Logneh plants on the mortality percentage of *Varroa* mite in the studied honey bee colonies

Variations Sources	Df	Sum of Squares	Mean of Squares	F	P-Value
منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات		سطح احتمال معنی‌داری
Plants extract	3	55712.13	15570.71	212.31	0.0001
عصاره گیاهان					
Concentrations	2	35649.30	17824.65	203.79	0.0001
غلظت‌ها					
Interaction effects of plants extract × concentrations	6	2456.36	409.39	4.68	0.0002
اثرات متقابل عصاره گیاهان × غلظت‌ها					
Number of times of spraying	3	262605.42	87535.14	1000.78	0.0001
تعداد زمان‌های عصاره‌پاشی					
Interaction effects of plants extract × number of times of spraying	9	28732.06	3192.45	36.50	0.0001
اثرات متقابل عصاره گیاهان × تعداد زمان‌های عصاره‌پاشی					
Interaction effects of concentrations × number of times of spraying	6	7420.33	1236.72	14.14	0.0382
اثرات متقابل غلظت‌ها × تعداد زمان عصاره‌پاشی					
Interaction effects of plants extract × concentrations × number of times of spraying	18	7315.73	406.42	4.65	0.004
اثرات متقابل عصاره گیاهان × غلظت‌ها × تعداد زمان عصاره‌پاشی					

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر فعالیت کنه‌کشی عصاره گیاهان هنگوان، مرزه سهندی، بیلهر و لوگه‌نه روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه براساس روش LSD

Table 2. Comparison of means of effect acaricidal activity of the extracts of Hangvan, Mazreh Sahandi, Bilhar, and Logneh plants on the percentage of *Varroa* mite deaths in studied bee colonies based on the LSD method (Mean ± LSD)

Plants extract	Concentrations	Number of times of spraying			
		1	2	3	4
عصاره گیاهان	غلظت‌ها	تعداد زمان‌های عصاره‌پاشی			
Hangvan هنگوان	20 %	67.2 ± 1.46 ^{cd}	44.6 ± 0.92 ^{ef}	35.6 ± 1.36 ^{gh}	27 ± 1.01 ^{hi}
	35 %	75.6 ± 0.87 ^b	51 ± 1.81 ^{ef}	40.6 ± 0.92 ^{fg}	32.6 ± 1.02 ^{gh}
	50 %	87.4 ± 1.5 ^a	69.2 ± 1.59 ^{cd}	52 ± 2.02 ^{ef}	41.6 ± 1.07 ^{fg}
Mazreh Sahandi مرزه سهندی	20 %	51.4 ± 1.36 ^{ef}	39.6 ± 1.36 ^{fg}	25.4 ± 1.20 ^{hi}	16.4 ± 0.92 ^j
	35 %	60.8 ± 1.28 ^{de}	41.6 ± 1.28 ^{fg}	32 ± 1.01 ^{gh}	24.4 ± 1.07 ^{hi}
	50 %	67.6 ± 0.92 ^{cd}	44.4 ± 1.86 ^{ef}	37.8 ± 1.82 ^{gh}	27.6 ± 2.50 ^{hi}
Bilhar بیلهر	20 %	57.2 ± 1.01 ^{de}	46.6 ± 1.07 ^{ef}	38.4 ± 1.66 ^{fg}	22.2 ± 0.86 ⁱ
	35 %	65.8 ± 1.01 ^{cd}	51.8 ± 1.88 ^{ef}	39 ± 1.14 ^{fg}	24 ± 0.7 ^h
	50 %	70 ± 0.7 ^{bc}	57 ± 1.75 ^{de}	43.8 ± 2.08 ^{ef}	26.2 ± 2.63 ^{hi}
Logneh لوگه‌نه	20 %	64.4 ± 1.32 ^{cd}	43.6 ± 0.92 ^{ef}	33 ± 1.51 ^{gh}	25.6 ± 1.53 ^{hi}
	35 %	69.4 ± 0.92 ^{cd}	48 ± 1.14 ^{ef}	39.2 ± 1.86 ^{fg}	28.4 ± 1.43 ^h
	50 %	84.8 ± 3.01 ^{ab}	55.8 ± 2.03 ^{de}	46.2 ± 1.77 ^{ef}	37.6 ± 20.3 ^{gh}
Control (positive) شاهد (مثبت)		91.6 ± 9.18 ^a	76.8 ± 5.99 ^b	56.4 ± 5.69 ^{de}	49.2 ± 3.49 ^{ef}
Control (negative) شاهد (منفی)		2 ± 0.54 ^k	2 ± 0.7 ^k	2.2 ± 0.48 ^k	2 ± 0.94 ^k

*Means with at least one letter in common have no significant difference at the 5% probability level based on the LSD test.

** شاهد مثبت (نوار کنه‌کش آپیستان، شاهد منفی (آب)

** Pasitive control (Apistan anti-Varroa mite strip), negative control (water)

احتمال یک‌درصد و اثر متقابل عصاره گیاهان، غلظت‌ها و تعداد دفعات عصاره‌پاشی روی درصد تلفات زنبورها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اما، اختلاف معنی‌داری بین اثرات متقابل غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه و تعداد دفعات عصاره‌پاشی روی درصد تلفات زنبورها در مطالعه حاضر مشاهده نشد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر فعالیت حشره‌کشی عصاره گیاهان هنگوان، مرزه سهندی، بیلهر و لوگه‌نه روی درصد تلفات زنبورها در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه براساس روش LSD در جدول (۴) آورده شده‌است.

بررسی خواص حشره‌کشی عصاره گیاهان هنگوان، مرزه سهندی، بیلهر و لوگه‌نه روی درصد تلفات زنبورها در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

نتایج تجزیه واریانس تأثیر فعالیت حشره‌کشی عصاره گیاهان هنگوان، مرزه سهندی، بیلهر و لوگه‌نه روی درصد تلفات زنبورها در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در جدول (۳) ارائه شده‌است. نتایج نشان داد اثر عصاره گیاهان مورد مطالعه، غلظت‌های مختلف عصاره هر گیاه، تعداد دفعات عصاره‌پاشی و اثر متقابل عصاره گیاهان و غلظت‌ها در سطح

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین درصد تلفات ایجادشده روی زنبورها مربوط به دفعه چهارم عصاره‌پاشی غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه هنگوان (۸/۹ درصد) و کمترین درصد تلفات روی زنبورها در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه مربوط به دفعه سوم عصاره‌پاشی غلظت ۲۰ درصد عصاره گیاه مزره سهندی و تیمار شاهد منفی (۰/۴ درصد) بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر فعالیت حشره‌کشی عصاره گیاهان هنگوان، مززه سهندی، بیلهر و لوگه‌نه روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

Table 3. Variance analysis of the effect of the insecticidal activity of the extracts of Hangvan, Mazreh Sahandi, Bilhar, and Logneh plants on the mortality percentage of *Varroa* mite in the studied honey bee colonies

Variations Sources	df	Sum of Squares	Mean of Squares	F	P-Value
منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات		سطح احتمال معنی‌داری
Plants extract عصاره گیاهان	3	245.7	81.9	36.93	0.0001
Concentrations غلظت‌ها	2	1373.23	686.61	309.59	0.0001
Interaction effects of plants extract × concentrations اثرات متقابل عصاره گیاهان × غلظت‌ها	6	64.2	10.7	4.82	0.0001
Number of times of spraying تعداد زمان‌های عصاره‌پاشی	3	68.67	22.89	10.32	0.0001
Interaction effects of plants extract × number of times of spraying اثرات متقابل عصاره گیاهان × تعداد زمان‌های عصاره‌پاشی	9	133.4	14.82	6.68	0.0001
Interaction effects of concentrations × number of times of spraying اثرات متقابل غلظت‌ها × تعداد زمان‌های عصاره‌پاشی	6	30.16	5.02	2.27	0.0382
Interaction effects of plants extract × concentrations × number of times of spraying اثرات متقابل عصاره گیاهان × غلظت‌ها × تعداد زمان‌های عصاره‌پاشی	18	86.8	4.82	2.17	0.004

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر فعالیت حشره‌کشی عصاره گیاهان هنگوان، مززه سهندی، بیلهر و لوگه‌نه روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه براساس روش LSD

Table 4. Comparison of means of effect the insecticidal activity of the extracts of Hangvan, Mazreh Sahandi, Bilhar, and Logneh plants on the percentage of *Varroa* mite deaths in studied bee colonies based on the LSD method (Mean ± LSD)

Number of times of spraying تعداد زمان‌های عصاره‌پاشی				Concentrations غلظت‌ها	Plants extract عصاره گیاهان
4	3	2	1		
1 ± 0.31 ^{rs}	3 ± 0.70 ^{lmnopq}	1.4 ± 0.50 ^{pqrs}	3.2 ± 0.37 ^{lmnop}	20 %	Hangvan
4 ± 0.70 ^{iklm}	3.2 ± 0.58 ^{lmnop}	5.2 ± 0.80 ^{hijk}	6.6 ± 0.92 ^{efgh}	35 %	هنگوان
8.9 ± 0.67 ^a	7.2 ± 0.73 ^{defg}	7.2 ± 0.66 ^{defg}	8.7 ± 0.80 ^{abc}	50 %	
0.8 ± 0.37 ^{rs}	0.4 ± 0.24 ^s	0.6 ± 0.25 ^s	0.6 ± 0.24 ^s	20 %	Mazreh Sahandi
1.8 ± 0.37 ^{mopqrs}	1 ± 0.31 ^{rs}	1.2 ± 0.37 ^{qrs}	3 ± 0.44 ^{lmnopq}	35 %	مززه سهندی
4.8 ± 0.86 ^{hijkl}	3.6 ± 0.50 ^{klm}	4.6 ± 0.67 ^{ijkl}	6.2 ± 0.58 ^{efghi}	50 %	
1 ± 0.31 ^{rs}	0.6 ± 0.24 ^s	0.8 ± 0.37 ^{rs}	0.5 ± 0.24 ^s	20 %	Bilhar
1.4 ± 0.24 ^{pqrs}	1.6 ± 0.50 ^{opqrs}	2.6 ± 0.67 ^{mopqrs}	1 ± 0.31 ^{rs}	35 %	بیلهر
6 ± 0.94 ^{fghi}	7.4 ± 0.81 ^{cdef}	8.8 ± 1.39 ^{abcd}	7.6 ± 1.02 ^{cdef}	50 %	
1 ± 0.7 ^s	0.6 ± 0.20 ^s	1.4 ± 0.24 ^{pqrs}	3.6 ± 0.92 ^{klmn}	20 %	Logneh
1.4 ± 0.24 ^{pqrs}	0.8 ± 0.24 ^s	0.8 ± 0.24 ^s	8 ± 1.73 ^{bcde}	35 %	
5.4 ± 1.6 ^{ghij}	1.4 ± 1.39 ^{pqrs}	1.4 ± 1.39 ^{pqrs}	8.8 ± 0.87 ^{ab}	50 %	لوگه‌نه
1.6 ± 0.40 ^{opqrs}	1.4 ± 0.50 ^{pqrs}	1.4 ± 0.74 ^{pqrs}	2.6 ± 0.81 ^{mopqrs}		Control (positive) شاهد (مثبت)
0.4 ± 0.24 ^s	1.6 ± 0.81 ^{opqrs}	1.2 ± 0.37 ^{qrs}	0.4 ± 0.24 ^s		Control (negative) شاهد (منفی)

*Means with at least one letter in common have no significant difference at the 5% probability level based on the LSD test

** شاهد مثبت (نوار کنه کش آپستان)، شاهد منفی (آب)

** Pasitive control (Apistan anti-Varroa mite strip), negative control (water)

با نتایج حاصل از تحقیقات نصیری بزجانی و همکاران (Nasiri Bezjani et al., 2016)، سفیدکن و همکاران (Sefidcon et al., 1998)، خاجش و همکاران (Khajeh et al., 2005)، فرهادی و همکاران (Farhadi et al., 2020) مطابقت داشت.

ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه لوگه‌نه

نتایج ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه لوگه‌نه در جدول (۶) آورده شده‌است. طبق نتایج به‌دست‌آمده، ۳۲ ترکیب در عصاره گیاه لوگه‌نه شناسایی شد که عمده‌ترین آن‌ها به‌ترتیب شامل:

ترکیبات شیمیایی عصاره گیاهان مورد مطالعه ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه هنگوان

نتایج ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه هنگوان در جدول (۵) ارائه شده‌است. طبق نتایج به‌دست‌آمده، ۴۱ ترکیب در عصاره گیاه هنگوان شناسایی شد که عمده‌ترین آن‌ها به‌ترتیب شامل: (E) - ۱ - پروپنیل sec - بوتیل دی‌سولفید (۲۵/۳۸ درصد)، (Z) - ۱ - پروپنیل sec - بوتیل دی‌سولفید (۱۷/۳۷ درصد)، n - ۱ - پروپنیل sec - بوتیل دی‌سولفید (۱۵/۵۴ درصد)، گایول (۱۱/۹۹ درصد) و بتا پینن (۱۰/۶۹ درصد) درصد بود که

موسی‌وند و همکاران (Mirzaei Musawand *et al.*, 2022)،
درمان و دناس (Dorman and Deans, 2000) هم‌خوانی
دارد.

پتا پینن (۱۷/۹۱ درصد)، آلفا پینن (۱۶/۸ درصد) و آلفا فنتیجیل
(۱۴/۵ درصد) بود که با نتایج تحقیقات سفیدکن و همکاران
(Sefidkon *et al.*, 1998)، امیری (Amiri, 2006)، میرزایی

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

Table 5. The results of the chemical compounds of Hengwan plant extract in the present study

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

جدول ۶- نتایج ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه لوگنه در مطالعه حاضر

Table 6. The results of the chemical compounds of Logneh plant extract in the present study

Percentage درصد	Retention indices شاخص بازداری	Components ترکیبات	No شماره
1.01	620	p-Menta-1,3,8-triene	1
0.43	668	Diisopropyl(propoxy)silane	2
7.28	699	Decane	3
3.50	8002	6,2,6-Dimethyl 2,7-octadiene	4
4.78	837	1-Isopropyl-2-(1-isopropylvinyl) cyclopropane	5
0.35	955	Camphene	6
2.20	865	Ascaridole epoxide	7
4.68	963	Methylpent-4-enylamine	8
16.8	939	α -pinene	9
17.91	981	β -pinene	10
0.61	1005	β -Phellandrene	11
0.12	1017	δ ,3-Carene	12
0.18	1065	γ -Terpinene	13
0.34	1085	Cyclopropaneoctanoic acid	14
4.86	1086	Butyl 9-decenoate	15
3.44	1154	Z, Z-8,10-Hexadecadien-1-ol	16
2.25	1168	p-Mentha-1,5-dien-8-ol	17
1.1	1169	3-Cyclohexen-1-ol	18
0.43	1174	N-Methyl-2-hydroxytyramine	19
0.58	1185	p-Cymen-8-ol	20
11.24	1195	α -terpineol	21
14.5	1239	α -Fenchyl	22
0.68	1389	β -Cubebene	23
3.19	1468	α -Humulene	24
0.38	1552	α -Calacorene	25
0.42	1562	Phenol	26
0.84	1595	salvial-4(14)-en-1-one	27
1.12	1769	β -Costol	28
0.59	1871	2-Pentadecanone	29
7.54	2152	Osthole	30
13.21	2811	Squalene	31
0.26	2824	1,4-Dioxazpiro [4,5] decane	32

با توجه به شیوع بالای واروآزیس در زنبورستان‌های کشور، اهمیت اقتصادی خسارت آن و عوارض و اثرات نامطلوب استفاده از کنه‌کش‌های شیمیایی مورد استفاده جهت کنترل کنه واروآ و از طرف دیگر غنی بودن استان کردستان از لحاظ گیاهان دارویی موثر در کنترل این آفت، مطالعه حاضر با هدف بررسی خاصیت کنه‌کشی و حشره‌کشی عصاره گیاهان دارویی بومی استان کردستان روی کنه واروآ و میزبان آن در کلنی‌های زنبورعسل در شرایط اقلیمی استان کردستان انجام شد. به‌طور کلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد همه غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه در پژوهش حاضر خواص کنه‌کشی مطلوبی داشتند اما در بین آن‌ها، غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاهان هنگوان و لوگه‌نه بیشترین تأثیر را روی درصد تلفات کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه نشان دادند که اختلاف آن‌ها از لحاظ درصد تلفات روی کنه‌ها نسبت به سایر غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). از آن‌جایی که درصد تلفات زنبورها در هیچ‌یک از تیمارهای آزمایشی فراتر از نه درصد نبود. بنابراین، می‌توان غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاهان هنگوان و لوگه‌نه را به‌عنوان جایگزین مناسب کنه‌کش‌های سنتتیک جهت کنترل کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل توصیه کرد. نتایج آنالیز ترکیبات شیمیایی عصاره گیاهان هنگوان و لوگه‌نه نشان داد در عصاره گیاه هنگوان عمده‌ترین ترکیبات به‌ترتیب شامل: (E) - ۱ - پروپینیل sec - بوتیل دی‌سولفید (۲۵/۳۸ درصد)، (Z) - ۱ - پروپینیل sec - بوتیل دی‌سولفید (۱۷/۳۷ درصد)، n - ۱ - پروپینیل sec - بوتیل دی‌سولفید (۱۵/۵۴ درصد)، گایول (۱۱/۹۹ درصد) و بتا پینن (۱۰/۶۹ درصد) و در گیاه لوگه‌نه عمده‌ترین ترکیبات به‌ترتیب شامل پتا پینن (۱۷/۹۱ درصد)، آلفا پینن (۱۶/۸ درصد) و آلفا فنچیل (۱۴/۵ درصد) بود. بنابراین، می‌توان خواص اصلی کنه‌کشی مطلوب عصاره این گیاهان را به این ترکیبات نسبت داد. در یک مطالعه‌ای، شادل‌تیلی و همکاران (Shaddel Tilly et al., 2008) عصاره گیاهان توتون، اسپند و آویشن کوهی را جهت کنترل کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل در شرایط مزرعه‌ای مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که عصاره گیاه توتون بیشترین تأثیر را در کنترل کنه واروآ داشته و عصاره گیاه توتون و آویشن کوهی کمترین تأثیر منفی را روی زنبورها داشتند. بنابراین، این محققان استفاده از عصاره‌های گیاهی به‌خصوص عصاره گیاه توتون را به‌عنوان جایگزین مناسب سموم شیمیایی کنه‌کش جهت کنترل کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل توصیه کردند که با نتایج تأثیر کنه‌کشی مطلوب عصاره‌های گیاهی مورد مطالعه در پژوهش حاضر روی تلفات کنه واروآ و امن بودن برای زنبورها مطابقت دارد. در پژوهش دیگری، آریانا و همکاران (Ariana et al., 2000) تأثیر فعالیت کنه‌کشی عصاره گیاهان نعنا، مرزنجوش، آویشن، رزماری، لاوندا، گل حنا، مرزه و شوید را برای کنترل کنه واروآ طی مطالعات آزمایشگاهی و صحرائی مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آن‌ها هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عصاره گیاهان نعنا و آویشن بیشترین تلفات را روی کنه واروآ و کمترین اثر سوئی بر زنبورهای کارگر داشت. همچنین، قاسمی

(Ghasemi, 2010) سمیت تنفسی اسانس گیاهان آویشن کوهی، آنگوزه، اکالیپتوس و پونه کوهی را روی کنه واروآ و میزبان آن در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه این محقق نشان داد که از میان اسانس‌های مورد آزمایش، اسانس آویشن کوهی با داشتن حداقل تلفات روی زنبورعسل از پتانسیل بیشتری به‌منظور کنترل کنه واروآ در زنبورستان‌ها برخوردار است. تجزیه GC-MS اسانس‌های مورد آزمایش نشان داد که تیمول و کارواکرول در آویشن کوهی، بتا پینن در آنگوزه، ۱ و ۸ - سینئول در اکالیپتوس و پیریتنون در پونه کوهی اجزاء اصلی اسانس‌ها را تشکیل می‌دهند. در مطالعه دیگری، قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2011) فعالیت بیولوژیکی اسانس گیاهان *Thymus kotschyanus*، *Ferula assa-foetida* و *Eucalyptus camaldulensis* روی کنه واروآ و زنبورعسل در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که اسانس گیاه *Thymus kotschyanus* توانایی بالایی در کنترل کنه واروآ دارد و می‌تواند به‌عنوان یک ترکیب جایگزین مناسب سموم کنه‌کش در مدیریت کنه واروآ مورد استفاده قرار گیرد. بعد از انجام آنالیز کروماتوگرافی گازی (GC-MS)، مواد موثره آن که شامل تیمول (۷۰/۵۹ درصد)، گاما ترپینن (۸/۷۸ درصد)، پی‌سیمن ۶/۱۱ درصد، و کارواکرول (۳/۴۳ درصد) بود، گزارش کردند. رمضان‌پور و یخچالی (Ramzanpour & Ekhsali, 2020)، اثر عصاره‌ی گیاه فرولا سودآلیاسه‌آ را در کنترل کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد بررسی میدانی قرار دادند. براساس نتایج مطالعه آن‌ها، عصاره گیاه فرولا سودآلیاسه‌آ تلفات بالایی روی کنه‌واروآ نسبت به گروه شاهد نشان داد. این محققان هم‌راستا با نتایج تحقیق حاضر گزارش کردند که عصاره گیاه فرولا سودآلیاسه‌آ می‌تواند نقش مهمی در کنترل کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل داشته‌باشد. در پژوهش دیگری، دیامینی و همکاران (Damiani et al., 2022) فعالیت بیولوژیک عصاره اتانولی گیاهان *Baccharis flabellate* و *Minthostachys verticillata* روی زنبورعسل و کنه واروآ مورد آزمایش قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که هر دو این عصاره‌ها تأثیر کشندگی و دورکنندگی زیادی روی کنه واروآ داشته و تقریباً برای زنبورعسل بی‌خطر بودند. پیشنهاد کردند که این عصاره‌ها می‌توانند جایگزین مناسبی برای سموم کنه‌کش در کنترل کنه واروآ باشند. همچنین در مطالعه دیگری، ماسری و همکاران (Masry et al., 2021) اثر غلظت‌های ۱، ۲، ۵ و ۱۰ درصد عصاره گیاه جاتروفا کارکس را روی کنترل کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد تأثیر تمام غلظت‌های مختلف عصاره این گیاه روی کاهش آلودگی کلنی‌ها به کنه واروآ معنی‌دار بود ($p < 0.05$). غلظت‌های ۱ و ۲ درصد نسبت به غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد عصاره این گیاه در کاهش آلودگی کلنی‌ها به کنه واروآ و همچنین افزایش جمعیت نوزادان و زنبورهای کارگر موثرتر بودند. همچنین، کلنی‌های تست‌شده با غلظت‌های ۱ درصد عصاره این گیاه به‌ترتیب بیشترین تولید عسل و جمع‌آوری دانه‌های کرده را داشتند. هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر، این محققان گزارش کردند که عصاره‌ها می‌توانند به‌عنوان جایگزین

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 معنی‌دار بود ($p < 0.01$). از آن جایی که درصد تلفات زنبورها در هیچ‌یک از تیمارهای آزمایشی فراتر از نه درصد نبود. بنابراین، می‌توان غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاهان هنگوان و لوگنه را به‌علت داشتن خواص کنه‌کشی مطلوب روی کنه‌ها در مطالعه حاضر به‌عنوان جایگزین مناسب کنه‌کش‌های سنتتیک جهت کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل پیشنهاد کرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از تمامی همکاران مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، شرکت شاهنگ واقع در اقلیم کردستان عراق به‌خاطر حمایت مالی و زنبورداران عزیز استان کردستان که در تمام مراحل انجام این پژوهش از هیچ‌گونه کمکی دریغ ننموده و همکاری لازم را به‌عمل آورده‌اند و همچنین، از دکتر آزاد رستگار و مهندس حسین معروفی، اعضای هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان که زحمت شناسایی نمونه‌های گیاهی را متقبل شدند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

مناسب کنه‌کش‌های سنتتیک برای کنترل کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد استفاده قرار گیرند و علی‌رغم این، در افزایش جمعیت و فرآورده‌های کلنی‌ها نیز موثر باشند. در بررسی دیگری، اسلام و همکاران (Islam et al., 2023) تأثیر عصاره اتانولی گیاهان Basil، Garlic، Lemon، Lemongrass و Thyme را در سه غلظت ۲۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ (میلی‌گرم در کیلوگرم) برای کاهش خسارت کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که غلظت ۵۰۰ (میلی‌گرم در کیلوگرم) در مقایسه با سایر غلظت‌ها تأثیر کنترلی خیلی بهتری را نشان داد و همه عصاره‌ها روی زنبورعسل تقریباً بی‌تأثیر بودند. همچنین گزارش کردند که عصاره Lemongrass و Thyme در بین عصاره‌های استفاده‌شده تأثیر کنترلی بهتری را روی کنه روا داشته و سبب افزایش تولیدات کلنی‌ها شدند که با نتایج مطالعه حاضر مبنی بر خواص مطلوب کنه‌کشی عصاره گیاهان استفاده شده جهت کنترل کنه واروآ و امن بودن آن‌ها برای زنبورها مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد همه غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان مورد مطالعه خواص کنه‌کشی مطلوبی در کنترل کنه واروآ در مطالعه حاضر داشتند. براساس نتایج آنالیزهای آماری، غلظت ۵۰ درصد عصاره

References

- Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal Economic Entomology*, 18, 265-267. <https://doi.org.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, 273-278. <https://doi.org.10.21608/ajesa.2008.4971>
- Amiri, H. (2006). Identification of constituents and study of antimicrobial effects of Jashir plant essential oil. *Journal of Medicinal Plants*, 6, 36-41. [In Persian]
- Anderson, D. & Trueman, J. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroide) is more than one species. *Journal of Experimental Applied Acarology*, 24, 165-189. <https://doi.org.10.1023/a:1006456720416>
- Antonio, M. (2002). *Varroa destructor* infestation impact on *Apis mellifera carnica* capped worker brood production, bee population, and honey storage in a mediterranean climate. *Apidologie*, 33, 271-281. <https://doi.org.10.1051/apido:2002013>
- Ariana, A., Abadi, R., & Tahmasebi, GH. (2000). Laboratory and field investigation of the effect of a number of plant saps and powders on European honey bee parasite mite. In: Proceeding of 4th Iranian honey bee congress 23 -25 Jan, Karaj, 17 pp. [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, 79-86. <https://doi.org.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, 1-12. <https://doi.org.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 Apiculture Research*, 52, 1-54. <https://doi.org.10.3896/IBRA.1.52.4.16>
- Dorman, H.J.D. & Deans, S.G. (2000). Antimicrobial agents from plants: Antimicrobial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88, 308-316. <https://doi.org.10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x>

- Farid, P., Ghasemi, Y., Gholami, A., Mehregan, I., & Mohagheghzadeh, A. (2008). Antimicrobial essential oil from *Smyrniopsis aucheri*. *Chemistry of Natural Compounds*, 44, 116-118. [In Persian]
- Ghasemi, V., Mohramipour, S., & Tahmasebi, GH. (2011). The effect of essential oil *Mentha longifolia* on the rate of death of the *Varroa* mite (Acari: Varroidae) *Varroa destructor* and the European honey bee (*Apis mellifera* (Hym.: Apidae)). *Journal of Entomological Society of Iran*, 3, 31-45.
- Ghasemi, V. (2010). Investigation of respiratory toxicity of essential oils of four plant species on *Varroa* mite and European honey bee. M.sc. dissertation Tarbit Modars University, Tahrán, Iran. [In Persian]
- 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 Apiculture Research*, 56, 162-167. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1291207>
- 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 Bioscience*, 16, 126-138. <https://doi.org/10.12692/ijb/16.1.126-138>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.033>
- Kochanskj, J., & Wilzer, M. (2001). Comparison of the transfer of comaphos from bee's wax into honey. *Apidologie*, 32, 119-125. <https://doi.org/10.1051/apido:2001117>
- Malaki, M., Sepahri, 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*, 140, 69-82. <https://doi.org/10.22092/asj.2022.360179.2260>
- Masry, S.H., Abd El-Wahab, T.E., & Rashad, M. (2022). Evaluating the impact of jatrophal oil extract against the *Varroa* mite, *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Arachnida: Acari: Varroidae), infesting honeybee colonies (*Apis mellifera* L.). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30, 2-7. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00292-3>
- Mirzaei Musawand, A., Ghorbani, A., Zare, M., Kayvan Bahju, F., & Sefidi, K. (2022). Identification of ingredients in the essential oil of Jashir plant in Ardabil pastures. In: Proceeding of 1st congress on water, environment and sustainable development. 6 to 8 Aus, Tahrán, Iran. [In Persian]
- Nasiri Bezjani, 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, 674-687. [In Persian]
- Noor, I., Muhammad, A., Ehsan, U., & Falak, N. (2020). 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 Biosciences*, 16, 126-138. <https://doi.org/10.12692/ijb/16.1.126-138>
- Radakovic, M., Stevanovic, J., Djelic, N., Lacic, N., Knezevic-Vukcevic, J., Vukovic-Gacic, B., & Stanimirovic, Z. (2013). Evaluation of the DNA damaging effects of amitraz on human lymphocytes in the Comet assay. *Journal of Biosciences*, 38, 53-62. <https://doi.org/10.1007/s12038-012-9287-2>
- Rahimi, A., & Parichehreh, SH. (2024). Evaluation of a new plant-based formulation to control *Varroa* mite (*Varroa destructor*) in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Entomological Society of Iran*, 44(4), 417-428. <https://doi.org/10.61186/jesi.44.4.5>
- Rahimi, A. (2024). Acaricidal and insecticidal activity of plant extracts of *Ferola pseudalliacea*, *Smyrniopsis aucheri*, *Satureja sahendica* and *Prangos ferulacea* for the control of *Varroa* mite in honey bee colonies. Final Report Research, Animal Science Research Institute (ASRI), 51 Pages. [In Persian]
- Rahimi, A., Mirmoayedi, A., Kahriz, D., Zarei, L., & Jamali, S. (2023). Genetic characterization of Iranian honeybees, *Apis mellifera meda* Skorikow, 1829, based on microsatellite DNA polymorphism. *Biochemical Genetics*, 61(6), 2293-2317. <https://doi.org/10.1007/s10528-023-10368-y>
- Rahimi, A., Mirmoayedi, A., Kahriz, D., Zarei, L., & Jamali, S. (2022). Molecular genetic diversity and population structure of Iranian honey bee (*Apis mellifera meda*) populations: Implications for breeding and conservation. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129, 1331-1342. <https://doi.org/10.1007/s41348-022-00657-w>
- 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, 1792-1801. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818371116>
- Ramzanpour, A., & Ekhachali, M. (2020). Effect of *Ferula Sudaliaceae* plant extract on *Varroa destructor* contamination in honey bees. *Iranian Veterinary Journal*, 12, 85-92.
- Rechinger, K.H. (1987). Cousinia: morphology, taxonomy distribution and phytogeographical implication. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 89, 45-58. <https://doi.org/10.1017/S0269727000008897>
- 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]

- Shaddel Tilly, A., Mahri Sis, N., Aghajanzadeh Golshani, A., Asadi Disney, A., & Ahmadzadeh, A. (2008). Investigating the effect of using tobacco, pecan and mountain thyme plants in controlling honey bee *Varroa* mite. *New Agricultural Science Journal*, 4, 67-72. [In Persian]
- Taheri Imam Kandi, R., Ghafari, M., Rahimi, A., & Hashemi, A. (2024). A Study of Hygienic and Grooming Behaviors in the Iranian Honeybee (*Apis mellifera meda*) Colonies Against *Varroa Destructor*. *Sociobiology*, 7(2), e10302. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v7i12.10302>
- Wallner, K. (1999). Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie*, 30, 235-248. <https://doi.org/10.1051/apido:19990212>
- 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, 150-159. <https://doi.org/10.5829/idosi.aje.2015.8.3.95259>.