Journal of Entomological Society of Iran
https://jesi.areeo.ac.ir
Entomological Society of Iran
2024, 44 (4), 417–428
Research Article
https://doi.org.10.61186/jesi.44.4.5
pISSN: 0259-9996
eISSN: 2783-3968
OPEN ACCESS

ارزیابی یک ترکیب گیاهی جدید برای کنترل کنه واروآ (*Varroa destractor*) در کلنی‌های زنبورعسل (*Apis mellifera*)

عطاالله رحیمی[۱] و شبنم پری چهره[۲]

۱- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، سنندج، ایران
ata.rahimi@areeo.ac.ir https://orcid.org/0000-0002-4298-7304

۲- بخش تحقیقات زنبورعسل، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، کرج، ایران
sh.pariichehreh@gmail.com https://orcid.org/0000-0003-4322-0188

چکیده: کنه‌واروآ به‌طور مستقیم آفت بسیار خطرناکی برای زنبورعسل و به‌طور غیر مستقیم برای محصولاتی است که نیاز به گرده‌افشانی حشرات دارند. طی سال‌های اخیر، استفاده از کنه‌کش‌های شیمیایی برای کنترل کنه‌واروآ منجر به ایجاد مقاومت در این آفت و آلودگی محصولات کندو شده است. اخیراً، عصاره‌های گیاهی به عنوان جایگزین مناسب کنه‌کش‌های شیمیایی به منظور کنترل کنه‌واروآ در نظر گرفته شده است. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی خواص کنه‌کشی و حشره‌کشی عصاره ۵۰ درصد گیاه لوگه‌نه و تأثیر آن‌ها بر کنه‌واروآ و میزبان آن در کلنی‌های زنبورعسل طی بازه زمانی ۱۴۰۱ الی ۱۴۰۳ در شرایط اقلیمی استان کردستان انجام شد. گیاه نامبرده در خرداد ماه ۱۴۰۱ از مناطق مختلف استان کردستان در مرحله گلدهی جمع‌آوری، عصاره‌گیری و سپس ترکیبات شیمیایی آن با استفاده از دستگاه (GC-MS) شناسایی شد. مطالعه حاضر براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تیمار و هفت تکرار اجرا گردید. 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. نتایج مطالعه حاضر نشان داد عصاره ۵۰ درصد گیاه لوگه‌نه خواص کنه‌کشی نسبتاً مطلوبی دارد بطوریکه حتی از لحاظ درصد تلفات روی کنه‌ها در دفعه اول عصاره پاشی اختلاف معنی‌داری با تیمارهای اسید اگزالیک ۳/۲ درصد و کنه‌کش آپیستان نداشت. نتایج درصد تلفات روی زنبورها نشان داد که درصد تلفات زنبورها در هیچ یک از زمان‌های عصاره پاشی به وسیله عصاره ۵۰ درصد گیاه لوگه‌نه فراتر از هفت درصد نبود و از لحاظ درصد تلفات روی زنبورها اختلاف معنی‌داری نسبت تیمار اسید اگزالیک ۳/۲ درصد و کنه کش آپیستان مشاهده شد ($P < ۰/۰۱$). جایگزینی ملکه در هیچ یک از تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. بنابراین، با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه لوگه‌نه را به عنوان جایگزین مناسب کنه‌کش‌های سنتتیک و اسیدهای آلی برای کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: زنبورعسل، کنه واروآ، عصاره گیاهی، فعالیت کنه‌کشی، فعالیت حشره‌کشی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۸
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷
دبیر تخصصی: نجمه صاحب‌زاده

Citation: Rahimi, A. & Parichehreh, SH. (2024) Evaluation of a new plant-based formulation to control *Varroa* mite (*Varroa destructor*) in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *J. Entomol. Soc. Iran,* 44 (4), 417–428.

مقدمه

زنبورعسل (*Apis mellifera* L.) در طول دوره حیات خود همانند سایر موجودات زنده با آفات و بیماری‌های متعددی مواجه می‌شود. یکی از آفات مهم و خطرناک که جمعیت و عملکرد کلنی‌های زنبورعسل را به شدت تحت تأثیر قرار داده کنه واروآ (*Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000) می‌باشد (Rahimi *et al.*, 2024). این انگل هم روی نوزادان زنبورهای کارگر و نر و هم روی زنبورهای بالغ فعالیت دارد و به واسطه تغذیه از اجسام چربی و همولنف زنبورهای بالغ و نوزادان و انتقال عوامل بیماری‌زای ویروسی باعث ضعیف شدن زنبورها و در نهایت نابودی کلنی‌ها می‌شود که این امر خسارت اقتصادی زیادی را به زنبورداران وارد می‌کند (Anderson & Trueman, 2000؛ Antonio, 2002؛ Ramsey *et al.*, 2019؛ Noor *et al.*, 2020 ؛ Taheri Iman Kandi *et al.*, 2024). همچنین، امروزه این آفت بر سیستم‌های تولید محصولات کشاورزی و قیمت مواد غذایی نیز تأثیر گذاشته است (Ramsey *et al.*, 2019). علی‌رغم این موارد، افزایش هزینه‌های کنترل شیمیایی کنه واروآ، استفاده از سموم شیمیایی کنه‌کش همراه با مسائل باقی‌مانده‌های زیست‌محیطی آن و بروز مقاومت در جمعیت‌های این انگل، کنترل کنه واروآ را در کلنی‌های زنبورعسل بسیار مشکل نموده و هر ساله باعث از بین رفتن قسمت عظیمی از کلنی‌های زنبورعسل سرتاسر دنیا از جمله کشورمان

Corresponding author: Ataollah Rahimi (Email: ata.rahimi@areeo.ac.ir)
© 2024 by Author(s), Published by the Entomological Society of Iran
This Work is Licensed under Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International Public License.

می‌شود. از طرف دیگر، اخیراً آلودگی کلنی‌های زنبورعسل به کنه واروآ سبب ناپدید شدن درصد قابل توجهی از جمعیت زنبورهای عسل شده که این پدیده به اختلال ناپدید شدن جمعیت‌های زنبورعسل (Colony Collapse Disorder)CCD)) معروف است.

مطالعات متعددی برای کنترل کنه واروآ در دنیا صورت گرفته است و در این راستا با استفاده ترکیبات شیمیایی کنه‌کش از قبیل آپیستان، آپی گارد، فولبکس و غیره تا حدودی توانسته‌اند از طغیان جمعیت کنه واروآ جلوگیری نمایند، لیکن گزارشات اخیر حاکی از آن است که جمعیت‌های این کنه در مقابل ترکیبات شیمیایی یاد شده مقاوم شده و اثر آن‌ها در کنترل این کنه رفته‌رفته کم‌رنگ شده و از طرف دیگر عوارض زیان‌باری را برای انسان، زنبورها و محیط زیست به بار آورده و علیرغم این موارد، بقایای نامطلوب این سموم شیمیایی در محصولات کندو به ویژه عسل و موم نیز گزارش شده است (Kochansky ؛ Radakovic *et al.*, 2014 ؛Wallner, 1991& Wilzer, 2001). امروزه، تلاش‌های زیادی جهت جایگزین کردن ترکیبات گیاهی به‌جای کنه‌کش‌های سنتتیک در دنیا صورت گرفته و در این راستا موفقیت‌هایی نیز صورت گرفته است (Mahmood *et* ؛ Rahimi *et al.*, 2017؛ Islam *et al.*, 2020؛ Mahmood *et al.*, 2020؛ Malaki *et al.*, 2023 ؛Ariana *et al.*, 2002؛ Damiani *et al.*, 2009؛ Ghasemi *et al.*, 2011؛ Maggi *et al.*, 2011؛*al.*, 2014). در یک مطالعه‌ای، فعالیت بیولوژیکی اسانس گیاهان *Thymus kotschyanus*، *Ferula assa-foetida* و*Eucalyptus camaldulensis* روی کنه واروآ و زنبورعسل در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که اسانس گیاه *Thymus kotschyanus* توانایی بالایی در کنترل کنه واروآ دارد و برای زنبورها تقریباً بی‌خطر است. براساس آنالیز کروماتوگرافی گازی (GC-MS)، تیمول (۷۰/۵۹ درصد)، گاما – ترپینن (۸/۷۸ درصد)، پی سیمن (۶/۱۱ درصد)، و کارواکرول (۳/۴۳ درصد) عمده‌ترین مواد مؤثره اسانس این گیاه را تشکیل دادند. محققان گزارش کردند اسانس آویشن می‌تواند به عنوان یک ترکیب جایگزین مناسب ترکیبات کنه‌کش شیمیایی در مدیریت کنه واروآ مورد استفاده قرار گیرد (Ghasemi *et al.*, 2012). در پژوهشی دیگر، اثر عصاره‌ی گیاه آنغوزه (*Ferola pseudalliacea*) در کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد بررسی میدانی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد عصاره گیاه آنغوزه تلفات مطلوبی روی کنه واروآ نسبت به گروه شاهد نشان داد و گزارش شد که عصاره این گیاه می‌تواند نقش مهمی در کنترل کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل ایفاء کند (Ramazanpor & Ekhachali, 2020). نتایج مطالعه دیگری روی اثر فعالیت بیولوژیکی عصاره اتانولی گیاهان *Baccharis flabellate* و *Minthostachys verticillata* روی زنبورعسل و کنه واروآ نشان داد که این دو عصاره تأثیر کشندگی و دورکنندگی بالایی روی کنه واروآ دارند و تقریباً برای زنبورعسل بی‌خطر هستند. محققان پیشنهاد کردند که این عصاره‌ها می‌توانند جایگزین مناسبی برای سموم کنه‌کش در کنترل کنه‌واروآ باشند (Damiani *et al.*, 2022). در پژوهش دیگری، تأثیر عصاره اتانولی گیاهان Basil، Garlic، Lemon، Lemongrass و Thyme در سه غلظت ۲۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جهت کاهش جمعیت کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در مقایسه با سایر غلظت‌ها تأثیر بهتری به همراه داشت و تقریباً همه عصاره‌ها اثر منفی روی زنبورعسل نداشتند. همچنین، گزارش کردند که عصاره Lemongrass و Thyme در بین عصاره‌های استفاده‌شده تأثیر بهتری روی کنه واروآ داشته و باعث افزایش تولیدات کلنی‌ها شدند (Islam *et al.*, 2023).

محققان اخیراً استفاده از عصاره‌های گیاهی را به علت پایداری بیشتر نسبت به اسانس‌های گیاهی و نداشتن محدودیت‌های مربوط به استفاده از اسیدهای آلی و کنه‌کش‌های سنتتیک برای کنترل کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل توصیه می‌کنند (Ghasemi ؛ Masry *et al.*, 2021 ؛ Rahimi & Parichehreh, 2024 *et al.*, 2013). بنابراین، با توجه به آلودگی بالای زنبورستان‌های کشور به کنه واروآ، اهمیت اقتصادی خسارت این انگل، عوارض و اثرات نامطلوب استفاده از داروهای شیمیایی در کنترل آن و از طرف دیگر غنی بودن استان کردستان از لحاظ گیاهان دارویی مؤثر در کنترل این آفت، اثر غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان بومی استان کردستان روی کنه واروآ در کلنی‌های زنبورعسل در پژوهش قبلی (Rahimi, 2023) بررسی و مشخص گردید که غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه لوگه‌نه (*Prangos ferulacea* (L.) Lindl) نسبت به غلظت‌های مختلف عصاره سایر گیاهان مورد مطالعه خواص کنه‌کشی بهتری داشت. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف آزمایشات بیشتر و مقایسه فعالیت کنه‌کشی و حشره‌کشی غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه لوگه‌نه در مقایسه با کنه‌کش‌های آلی و سنتتیک روی کنه‌واروآ و میزبان آن در کلنی‌های زنبورعسل در شرایط اقلیمی استان کردستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان اجرای آزمایش. مطالعه حاضر در زنبورستان تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان واقع در ایستگاه‌های تحقیقاتی سارال و گریزه این مرکز طی بازه زمانی فروردین ماه ۱۴۰۱ الی خرداد ماه ۱۴۰۳ طراحی و اجرا شد. متوسط دمای محیط در طول دوره آزمایشات میدانی ۳۳/۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۳۶/۱۵ درصد بود.

جمع‌آوری، شناسایی و عصاره گیری گیاه لوگه‌نه. گیاه لوگه‌نه در خرداد ماه ۱۴۰۱ از مناطق مختلف استان کردستان در مرحله گل‌دهی جمع‌آوری و برای شناسایی به آزمایشگاه منتقل شد. شناسایی و تعیین نام علمی گیاه مورد مطالعه براساس کلید Flora Iranica (Rechinger, 1987) انجام شد. پس از جداسازی مواد زائد، اندام‌های هوایی گیاه مورد مطالعه به طور جداگانه در سایه و دمای اتاق (۲۸ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۵ درصد) رطوبت‌گیری و خشک کرده و سپس با استفاده از دستگاه خردکن، اندام‌های هوایی آن خرد و پودر گردید. عصاره گیاه لوگه‌نه براساس دستورالعمل Rahimi *et al.* (2017) با استفاده از دستگاه سوکسله (ساخت شرکت رویان تب، ایران) استخراج شد. بدین ترتیب، ۲۰ گرم از پودر 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 به عنوان حلال استفاده شد که به ازای هر ۱۰ گرم پودر گیاه ۱۵۰ میلی‌لیتر اتانول مطلق استفاده گردید. بعد از بارگیری حلال و پودرگیاه روی دستگاه سوکسله، دستگاه به مدت ۸ ساعت برای عصاره‌گیری روشن شد. بعد از عصاره‌گیری، از

دستگاه روتاری (ساخت شرکت رویان تب، ایران) برای حذف حلال استفاده شد. محلول مادری عصاره تا زمان استفاده برای آزمایش‌های صحرایی و زمان ارسال به آزمایشگاه جهت تجزیه شیمیایی در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. قبل از هر نوبت عصاره‌پاشی، از محلول مادری عصاره، غلظت مورد نظر (۵۰ درصد (حجمی)) تهیه و همان روز استفاده شد.

انتخاب کلنی‌ها و آزمایش‌های زیست سنجی. در سال اول مطالعه، پس از نمونه‌برداری‌های تصادفی در سطح زنبورستان‌های استان کردستان و تعیین سطح آلودگی زنبورستان‌ها و کلنی‌ها، کلنی‌های آزمایشی را انتخاب و سپس کلنی‌ها به ایستگاه تحقیقاتی گریزه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان منتقل شدند. این کلنی‌ها تا ۹ ماه قبل از اجرای آزمایش با هیچ گونه 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 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 کنه‌واروآ با استفاده از دستورالعمل Dietemann *et al.* (2013) برای زنبورهای بالغ و براساس دستورالعمل Zemene *et al.* (2015) برای نوزادان ارزیابی شد. برای تعیین نرخ آلودگی اولیه زنبورهای بالغ به کنه‌واروآ، سه نمونه تقریباً ۱۰۰تایی زنبور از هر کلنی به‌صورت 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 کنه‌واروآ، تقریباً ۱۰۰ شفیره کارگر را از شانه‌های مختلف نوزادی هرکلنی 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 کنه واروآ به‌دست آمد.

مطالعه حاضر براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تیمار آزمایشی شامل تیمارهای غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه لوگه‌نه و سه تیمار شاهد (اولی اسید اگزالیک، دومی آپیستان (به عنوان شاهد مثبت) و سومی آب (به عنوان شاهد منفی) و هر کدام از تیمارها در هفت تکرار به مدت ۲۰ روز مورد آزمایش‌قرار گرفتند. در مطالعه حاضر، از ۲۸ کندوی لانگستروت که در کف هر کندو یک صفحه پلاستیکی سفید چسبناک تقسیم بندی شده به مربع‌های ۱۰ سانتی‌متری تعبیه شده بود، استفاده شد. آزمایش‌های میدانی در اول 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 غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه لوگه‌نه تیمار شدند. ۱۵ میلی‌لیتر از غلظت ۵۰ درصد عصاره لوگه‌نه روی زنبورها و کنه‌ها در روی تمام قاب‌های هر کندو موقع غروب آفتاب اسپری گردید. در تیمار اسید اگزالیک، از اسید اگزالیک ۳/۲ درصد محلول با آب و شکر به روش اسپری استفاده شد که به ازای هر قاب پنج سی‌سی اسید اگزالیک ۳/۲ درصد استفاده و هر پنج روز یکبار این کار تکرار شد. در تیمار شاهد آپیستان از داروی کنه‌کش آپیستان (در داخل هر کندو یک نوار) و در تیمار شاهد منفی از آب استفاده شد. یک روز در میان ساعت ۱۰ صبح تمام شان‌ها هر کندو را 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 پلاستکی در کف کندو قرار داده شد. 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 شمارش شد. تأثیر خاصیت کنه‌کشی تیمارهای آزمایشی در هر کندو با استفاده از فرمول Allam *et al.* (2003) ارزیابی (فرمول ۱) و سپس با استفاده از فرمول Abbott (1925) (فرمول ۲) اصلاح گردید.

فرمول ۱:

$$\text{درصد تلفات هر تیمار در هر کندو} = \frac{\text{تعداد کنه‌های مرده در طول دوره درمان با هر تیمار}}{\text{تعداد کنه‌های مرده بعد درمان کندو با نوار آپیستان} + \text{تعداد کنه‌های مرده در طول دوره درمان با هر تیمار}} \times 100$$

فرمول ۲:

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

در مطالعه حاضر، تأثیر تیمارهای آزمایشی روی نرخ رشد جمعیت (بالغین و نوزادان) کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین تأثیر کشندگی تیمارهای آزمایشی روی جمعیت زنبورها، تغییرات در نرخ رشد جمعیت نوزادان (تخم و لارو) و بالغین در ابتدا و انتهای دوره آزمایش براساس دستورالعمل Delaplane *et al.* (2013) در کلنی‌های زنبورعسل مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین تأثیر کشندگی تیمارهای آزمایشی روی تخم و لارو در هر

کندو، ۱۰۰ سلول در منطقه پرورش نوزاد در کلنی‌ها با سنجاق رنگی قبل از شروع آزمایش مشخص گردید. 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 تیمارهای آزمایشی 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 دروه تیمار کردن کلنی‌ها، شمارش و به عنوان زنبورهای مرده در نظر گرفته شدند. سپس، حاصل میانگین کشندگی تیمارهای آزمایشی روی جمعیت بالغین و نوزادان به عنوان تاثیر کشندگی آن تیمار آزمایشی برای آن کندو ثبت شد.

شناسایی ترکیبات تشکیل‌دهنده عصاره. به منظور آنالیز عصاره‌ی گیاه لوگه‌نه، 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 Adams (2007) انجام شد.

تجزیه آماری داده‌ها. پس از به‌دست آوردن درصد تلفات تیمارهای آزمایشی در هر کندو و سپس اصلاح درصد تلفات، نرمال بودن توزیع داده‌ها به وسیله آزمون کلوموگروف اسمیرنوف (Kolmogorov- Smirnov Test) با استفاده از رویه univariate در نرم افزار آماری SAS 9.4 M6 مورد آزمون قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها براساس رویه GLM تعبیه شده در نرم افزار آماری SAS V. 9.4 M6 و مقایسه میانگین داده‌ها نیز با روش دانکن با استفاده از همین نرم افزار انجام شد.

نتایج

بررسی اثر کنه‌کشی. نتایج تجزیه واریانس اثر فعالیت کنه‌کشی تیمارهای آزمایشی روی درصد تلفات کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاکی از آن است که اثر تیمارهای آزمایشی، تعداد دفعات اعمال تیمار و اثر متقابل تیمارهای آزمایشی × تعداد دفعات اعمال تیمار ها روی درصد تلفات کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۱$). نتایج مقایسه میانگین تأثیر فعالیت کنه‌کشی تیمارهای آزمایشی روی درصد تلفات کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه براساس روش دانکن در جدول ۲ نشان شده است. براساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین درصد تلفات ایجاد شده روی کنه‌واروآ مربوط به دفعه اول اعمال تیمار شاهد مثبت (آپیستان) (۲۰۷/۰۶ درصد) و کمترین درصد تلفات روی این آفت در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه مربوط به تیمار شاهد منفی (آب) (۲ درصد) بود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود درصد تلفات کنه‌واروآ در دفعه اول عصاره پاشی عصاره ۵۰ درصد گیاه لوگه‌نه بسیار بالا و اختلاف معنی‌داری با درصد تلفات ایجاد شده توسط تیمارهای اسید اگزالیک ۳/۲ درصد و شاهد مثبت (آپیستان) ندارد.

جدول ۱– تجزیه واریانس تأثیر فعالیت کنه‌کشی تیمارهای آزمایشی روی درصد تلفات کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

Table 1. Variance analysis of the acaricidal activity effect of the experimental treatments on *Varroa* mite mortality percentage in the studied honey bee colonies

Variations Sources	df	Sum of Squares	Mean of Squares	F	P-Value
Treatments	3	219859.23	73286.41	548.86	0.001
Times*	3	150795.23	50265.07	376.45	0.001
Interaction effects of treatments× times	9	56509.61	6278.84	47.02	0.001

The number of times of applying the treatments on the experimental colonies*

جدول ۲ – مقایسه میانگین تأثیر فعالیت کنه‌کشی تیمارهای آزمایشی روی درصد تلفات کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه براساس روش دانکن(Mean ± SD)

Table 2. Comparison of means of effect acaricidal activity the experimental treatments on *Varroa* mite mortality percentage in the studied honey bee colonies based on the Dankan method (Mean ± SD)

Treatments	The number of times of applying the treatments on the experimental colonies			
	1	2	3	4
Loganeh 50 %	198.4 ± 1.2a	110.8 ± 2.2d	54.4 ± 2.9g	22.2 ± 3.2h
Oxalic acid 3.2 %	204.6 ± 2.3a	149.2 ± 3.9c	77 ± 2.9f	70.6 ± 3f
Apistan (Control positive)	207.6 ± 3.1a	173 ± 3.6b	93.6 ± 3.6e	71.4 ± 3.1f
Water (Control negative)	2 ± 0.17i	2 ± 0.94i	2.2 ± 0.54i	2 ± 0.84i

*Means with at least one letter in common have no significant difference at the 1 % probability level based on the LSD test

بررسی اثر حشره کشی. نتایج تجزیه واریانس تأثیر فعالیت حشره‌کشی تیمارهای آزمایشی روی درصد تلفات زنبورها در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد اثر تیمارهای آزمایشی روی درصد تلفات زنبورها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اما، اختلاف معنی‌داری بین تعداد دفعات اعمال تیمارها و اثرات متقابل تیمارها × تعداد دفعات اعمال آنها روی درصد تلفات زنبورها در مطالعه حاضر مشاهده نشد (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین اثر فعالیت حشره‌کشی تیمارهای آزمایشی روی درصد تلفات زنبورها در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه براساس روش دانکن در جدول ۴ نشان شده است. نتایج نشان داد بیشترین درصد تلفات ایجاد شده روی زنبورها مربوط به دفعه چهارم اعمال تیمار اسید اگزالیک ۳/۲ درصد (۱۹/۲ درصد) و کمترین درصد تلفات مربوط به دفعه اول اعمال تیمار شاهد منفی (۰/۳ درصد) بود.

ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه لوگه‌نه. نتایج ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه لوگه‌نه در جدول ۵ ارائه شده است. طبق نتایج به‌دست آمده، ۳۲ ترکیب در عصاره گیاه لوگه‌نه شناسایی شد که عمده‌ترین آنها به ترتیب شامل: پتا –پینن (۱۷/۹۱ درصد)، آلفا– پینن (۱۶/۸ درصد) و آلفا– فنچیل (۱۴/۵ درصد) بودند.

بحث و نتیجه گیری

کنه‌واروآ در حال حاضر بزرگترین معضل زنبورستان‌های سرتاسر دنیاست و هر سال خسارت سنگینی را به زنبورداران به واسطه‌ی تغذیه از اجسام چربی، همولنف و انتقال عوامل بیماری‌زای ویروسی به زنبورها وارد می‌کند (Rahimi *et al.*, 2023). استفاده از سموم شیمیایی مختلف برای کنترل کنه‌واروآ به ویژه در ایران به عنوان یک روش متداول و شناخته شده است اما به دلیل مشکلات عدیده ناشی از استفاده سموم شیمیایی در کنترل این آفت، توجه محققین این رشته به روش‌های کم خطر برای سلامتی بشر، زنبورها و فرآورده‌های کلنی و محیط زیست معطوف شده است. برخی از عصاره‌های گیاهی یا ترکیبات آنها در کنترل طیف وسیعی از قارچ‌ها و باکتری‌ها (Kotan *et al.*, 2008)، حشرات ناقل (Chaiyasit *et al.*, 2006)، هجوم کنه‌ها (Coskun *et al.*, 2008) یا کنه‌های ناقل پاتوژن‌ها (Iori *et al.*, 2005)، شپش روی سر انسان و کنه‌های گرد و غبار خانگی (Williamson *et al.*, 2007) کارایی بالایی را نشان داده‌اند. اخیراً، محققان فعالیت بیولوژیکی تعدادی از آنها را در مقابل پاتون‌های زنبورعسل تایید کردند و برخی از آنها پتانسیل قابل توجهی در کنترل بیماری‌های لوک آمریکایی (American Foulbrood disease) (Gende *et al.*, 2009)، لارو گچی (Chalkbrood disease) (Dellacasa *et al.*, 2003) و پارازیت‌های زنبورعسل مثل کنه‌واروآ و کنه تراشه‌ای (*Acarapis woodi* Rennie, 1921) (Calderone *et al.*, 1997) نشان دادند. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی خواص کنه‌کشی و حشره‌کشی عصاره ۵۰ درصد گیاه لوگه‌نه روی کنه‌واروآ و زنبورها در کلنی‌های زنبورعسل در شرایط اقلیمی استان کردستان انجام شد. به طور کلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد عصاره ۵۰ درصد گیاه لوگه‌نه خواص کنه کشی نسبتاً مطلوبی دارد به طوریکه حتی از لحاظ درصد تلفات ایجاد شده روی کنه‌ها در دفعه اول عصاره پاشی اختلاف معنی‌داری با تیمارهای اسید اگزالیک ۳/۲ درصد و کنه‌کش سنتتیک آپیستان نداشت. نتایج درصد تلفات ایجاد شده روی زنبورها نشان داد که درصد تلفات زنبورها در هیچ یک از زمان‌های عصاره پاشی به وسیله عصاره ۵۰ درصد گیاه لوگه‌نه فراتر از هفت درصد نبود و از لحاظ درصد تلفات روی زنبورها اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار اسید اگزالیک ۳/۲ درصد و کنه کش سنتتیک آپیستان داشت. بنابراین، با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه لوگه‌نه را به عنوان جایگزین مناسب کنه کش‌های سنتتیک و اسیدهای آلی برای کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل توصیه کرد.

جدول ۳– تجزیه واریانس تأثیر فعالیت حشره کشی تیمارهای آزمایشی روی درصد تلفات کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

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

Variations Sources	df	Sum of Squares	Mean of Squares	F	P-Value
Treatments	3	3883.73	1294.57	331.41	0.001
Times*	3	12.63	4.21	1.08	0.364
Interaction effects of treatments× times	9	42.11	4.67	1.20	0.312

* The number of times of applying the treatments on the experimental colonies

جدول ٤– مقایسه میانگین تأثیر فعالیت حشره کشی تیمارهای آزمایشی روی درصد تلفات کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه براساس روش دانکن(Mean ± SD)

Table 4. Comparison of means of effect insecticidal activity the experimental treatments on *Varroa* mite mortality percentage in the studied honey bee colonies based on the Dankan method (Mean ± SD)

Treatments	The number of times of applying the treatments on the experimental colonies			
	1	2	3	4
Loganeh 50 %	6.9 ± 0.82bc	6.2 ± 0.73c	5.9 ± 1c	7.9 ± 1.2b
Oxalic acid 3.2 %	18 ± 2.1a	17.6 ± 2.6a	18.4 ± 2.9a	19.2 ± 3.4a
Apistan (Control positive)	4.6 ± 1.8d	3.4 ± 2d	3.4 ± 1.9d	3.6 ± 2.4d
Water (Control negative)	0.3 ± 0.61e	1.2 ± 0.3e	1.6 ± 0.73e	0.4 ± 0.95e

* Means with at least one letter in common have no significant difference at the 1% probability level based on the LSD test

جدول ۵- نتایج ترکیبات شیمیایی عصاره گیاه لوگه نه در مطالعه حاضر

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

No	Components	Retention indices	Percentage
1	p –Menta-1,3,8-triene	620	1.01
2	Diisopropyl(propoxy)silane	668	0.43
3	Decane	699	7.28
4	6.2,6–Dimethyl 2,7-octadiene	8002	3.50
5	1-Isopropyl-2-(1-isopropylvinyl) cyclopropane	837	4.78
6	Camphene	955	0.35
7	Ascaridole epoxide	865	2.20
8	Methylpent-4-enylamine	963	4.68
9	**α– pinene**	**939**	**16.8**
10	**β– pinene**	**981**	**17.91**
11	β –Phellandrene	1005	0.61
12	δ.3–Carene	1017	0.12
13	γ –Terpinene	1065	0.18
14	Cyclopropaneoctanoic acid	1085	0.34
15	Butyl 9-decenoate	1086	4.86
16	Z, Z–8,10-Hexadecadien-1-ol	1154	3.44
17	p–Mentha-1,5-dien-8-ol	1168	2.25
18	3–Cyclohexen-1-ol	1169	1.1
19	N-Methyl–2-hydroxytyramine	1174	0.43
20	p-Cymen-8-ol	1185	0.58
21	α. terpineol	1195	11.24
22	**α –Fenchyl**	**1239**	**14.5**
23	β –Cubebene	1389	0.68
24	α –Humulene	1468	3.19
25	α –Calacorene	1552	0.38
26	Phenol	1562	0.42
27	salvial–4(14)-en-1-one	1595	0.84
28	β–Costol	1769	1.12
29	2–Pentadecanone	1871	0.59
30	Osthole	2152	7.54
31	Squalene	2811	13.21
32	1,4–Dioxazpiro [4.5] decane	2824	0.26

در یک مطالعه‌ای، Ghasemi *et al.* (2011) فعالیت بیولوژیکی اسانس گیاهان *Thymus kotschyanus*، *Ferula assa-foetida* و *Eucalyptus camaldulensis* روی کنه‌واروآ و زنبورعسل در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که اسانس گیاه *Thymus kotschyanus* توانایی بالایی در کنترل کنه‌واروآ دارد و می‌تواند به عنوان یک ترکیب جایگزین مناسب سموم کنه‌کش در مدیریت کنه‌واروآ مورد استفاده قرار گیرد. در پژوهش دیگری، Ramzanpour & Ekhachali (2020) اثر عصاره‌ی گیاه آنغوزه (*Ferula Sudaliaceae*) را در کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل مورد بررسی قرار دادند. گزارش کردند عصاره گیاه آنغوزه تلفات بالایی روی کنه‌واروآ نسبت به گروه شاهد نشان داد. این محققان هم راستا با نتایج مطالعه حاضر گزارش کردند که عصاره گیاهان می‌تواند به عنوان جایگزین مناسب کنه‌کش‌های سنتتیک نقش مهمی در کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل ایفاء کنند. همچنین، در پژوهش دیگری، Damiani *et al.* (2022) فعالیت بیولوژیکی عصاره اتانولی گیاهان *Baccharis flabellate* و *Minthostachys verticillata* روی زنبورعسل و کنه‌واروآ مورد آزمایش قرار دادند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که هر دو این عصاره‌ها تاثیر کشندگی و دورکنندگی بالایی روی کنه‌واروآ دارند و تقریباً برای زنبورها بی خطر بودند. پیشنهاد کردند که این عصاره‌ها می‌توانند جایگزین مناسبی برای سموم کنه‌کش در کنترل کنه‌واروآ باشند. در بررسی دیگری، Islam *et al.* (2023) تاثیر عصاره اتانولی گیاهان Basil، Garlic، Lemon، Lemongrass و Thyme را در سه غلظت ۲۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ (میلی‌گرم در کیلوگرم) برای کاهش خسارت کنه‌واروآ 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 بی تاثیر بودند. همچنین گزارش کردند که عصاره Lemongrass و Thyme در بین عصاره‌های استفاده شده تأثیر کنترلی بهتری را روی کنه‌واروآ داشته و باعث افزایش تولیدات کلنی‌ها شدند که با نتایج مطالعه حاضر مبنی بر خواص مطلوب کنه‌کشی عصاره گیاه لوگه‌نه جهت کنترل کنه‌واروآ و تقریباً امن بودن آن برای زنبورها مطابقت دارد.

براساس یافته‌های پژوهش حاضر، بیشترین درصد تلفات کنه‌واروآ در اولین زمان عصاره پاشی با عصاره ۵۰ درصد گیاه لوگه‌نه مشاهده شد. این نتیجه با نتایج مطالعات Mahmood *et al.* (2014)، Shoreit & Hussein (1994)، Abdel Rahman & Rateb (2008) که گزارش کردند هنگام استفاده از عصاره‌های گیاهی برای کنترل کنه‌واروآ بیشترین تلفات کنه در اولین زمان عصاره پاشی اتفاق می‌افتد، مطابقت دارد. از دلایل این امر می‌توان به کاهش جمعیت کنه و احتمالاً ایجاد مقاومت در آنها بعد از اولین زمان عصاره پاشی اشاره کرد. برخلاف نتایج پژوهش حاضر، Calderone & Spivak (1995) و El-Zemit *et al.* (2006) گزارش کردند که عصاره‌ها از زمان عصاره پاشی دوم به بعد نتایج مطلوبی در کشتن کنه‌ها در کلنی‌ها نشان می‌دهند.

عوامل متعددی از قبیل گونه گیاهی، اندام گیاهی مورد استفاده، منشاء جغرافیایی آن، زمان برداشت گیاه، فرآیند استخراج مورد استفاده، فصل و ترکیبات خاک می‌توانند بر کارایی و ترکیبات شیمیایی عصاره‌ها تأثیر بگذارند (Calderone & Spivak, ؛ Imdorf *et al.*, 1999a,b ؛ Rosenkranz *et al.*, 2010

Sanda *et al.*, 2001؛1995). اکثریت واروآ کش‌های تدخینی از طریق بخار ماده موثره آنها عمل می‌کند. بنابراین، کارایی آنها بسته به دما و رطوبت کلنی، دمای محیط، فصل و حتی طول دوره درمان متفاوت است. به عنوان مثال، کارایی واروآ کش Apilife VAR ® در پاییز در شرایط آب و هوایی خنک ایرلند ۵۳/۸ درصد (Coffey & Breen, 2013) در حالیکه در تابستان در شرایط آب و هوایی ایتالیا ۸۱/۳ درصد (Floris *et al.*, 2004) گزارش شد. همچنین، در مطالعات دیگری کارایی واروآکشی اسانس‌های گیاهی و اسیدهای آلی در تابستان به طور معنی‌داری بیشتر از فصل پاییز گزارش شده است (Bahreini *et al.*, 2004؛ Rashid *et al.*, 2020). در راستای نتایج این مطالعات و کاهش هزینه‌ها، مطالعه حاضر در تابستان در شرایط اقلیمی استان کردستان (میانگین دمای محیط ۳۳/۱ درجه سانتی گراد) انجام شد و درصد تلفات کنه‌کشی بالایی در اثر اعمال عصاره گیاه لوگه‌نه در مقایسه تیمار اسید اگزالیک و آپیستان مشاهده گردید. از دلایل عمده تاثیر مطلوب کنه‌کشی این عصاره عمدتاً می‌توان به تبخیر زیاد عصاره این گیاه در تابستان و آزاد سازی مواد موثره بیشتر در کلنی اشاره کرد. مطالعات نشان داده است روش اعمال عصاره روی فعالیت کنه‌کشی آن موثر است (Gashout, 2008؛ Sabahi *et al.*, 2017). هم‌سو با نتایج مطالعات قبلی (Coffey & Breen, 2013)، در پژوهش حاضر از روش اسپری کردن عصاره روی زنبورها استفاده گردید. با توجه به نتایج مطلوب فعالیت کنه‌کشی عصاره مورد استفاده می‌توان روش اعمال عصاره گیاه لوگه‌نه به صورت اسپری کردن روی زنبورها را برای کنترل مطلوب کنه‌واروآ به زنبورداران توصیه کرد. یک نتیجه قابل توجه در پژوهش حاضر این بود که بعد از بررسی تعدادی سلول شفیره از کندوهای مختلف تیمار عصاره و مشاهده مرگ و میر کنه در داخل آنها مشخص شد که علارغم تأثیر مطلوب عصاره روی کنه‌های فورتیک، روی کنه‌ها بالغ و سایر مراحل نابالغ آن در داخل حجره‌های درب بسته هم موثر بوده است و از دلایل این امر می‌توان به اعمال عصاره به روش اسپری کردن روی زنبورها و توزیع سریع و یکنواخت آن در تمام قسمت‌های داخل کندو و نفوذ به داخل سلول‌های شفیره اشاره کرد.

اثربخشی هر داروی ضد کنه‌واروآ تنها به قدرت کشتن کنه‌ها محدود نمی‌شود، بلکه امن بودن آن برای کلنی‌های زنبورعسل، زنبورداران و مصرف کنندگان محصولات زنبورعسل نیز باید در نظر گرفته شود. طی انجام یک مطالعه‌ای روی اثرات مضر کنه‌کش‌ها روی سلامت زنبورهای عسل، Tihelka *et al.* (2018) گزارش کردند که حتی مواد گیاهی و اسیدهای آلی در دزهای توصیه شده می‌توانند منجر به مرگ و میر بالای زنبورها و وقفه در رشد و عملکرد کلنی شوند. به عنوان مثال، در یک مطالعه‌ای Giusti *et al.* (2017) گزارش کردند داروی جدید اسید فرمیک فرموله شده در ژل باعث مرگ و میر بالای تخم‌های ملکه گردید. همچنین، Tihelka *et al.* (2014) نشان داد استفاده از ۴۰ گرم پودر تیمول به مدت ۴ هفته برای کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌ها باعث کاهش شدید جمعیت نوزادان و مرگ و میر بالای زنبورهای بالغ شد. در مطالعه دیگری، غلی‌رغم مرگ و میر بالا در نوزادان کنه‌ها و کاهش تولید مثل آنها هنگام استفاده از عصاره گیاهان *Laurus nobilis* و *Lavandula angustifolia*، کاهش تولیدات کلنی‌ها و اختلال در رفتار زنبورها نیز مشاهده گردید (Islam *et al.*, 2023). نتایج آزمایش ما امن بودن عصاره گیاه لوگه‌نه را روی مراحل مختلف رشدی زنبورهای کارگر و سلامت ملکه تایید کرد. براساس نتایج پژوهش حاضر، درصد تلفات زنبورها در هیچ یک از زمان‌های عصاره پاشی به وسیله عصاره ۵۰ درصد گیاه لوگه‌نه فراتر از هفت درصد نبود و از لحاظ درصد تلفات روی زنبورها اختلاف معنی‌داری نسبت تیمار اسید اگزالیک ۳/۲ درصد و کنه کش سنتتیک آپیستان مشاهده شد. این یافته با نتایج تحقیقات محققان قبلی مبنی بر ایمنی و سلامت داروهای گیاهی روی زنبورها مثل منتول (Gashout & Guzmán-Novoa, 2009)، تیمول (Charpentier *et al.*, 2014)، HopGuard® (Rademacher *et al.*, 2015)، روغن چریش (González-Gomez *et al.*, 2016)، روغن پونه (Sabahi *et al.*, 2017)، آویشن کوهی (Ghasemi *et al.*, 2017) و Tinavar (Rashid *et al.*, 2020) مطابقت دارد. تیمول به علت داشتن فعالیت ضد میکروبی بالا و تحمل مطلوب آن توسط زنبورها به طور گسترده‌ای در زنبورستان‌ها استفاده می‌شود (Imdorf *et al.*, 1999a). علی‌رغم این موارد، جایگزینی ملکه هنگام استفاده از آن در زنبورستان‌ها در برخی موارد گزارش شده است (Sammataro *et al.*, 1998). اما، در مطالعه حاضر جایگزینی ملکه در هیچ یک از تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید.

براساس نتایج آنالیز GC-MS عصاره گیاه لوگه‌نه، ۳۲ ترکیب در عصاره این گیاه شناسایی شد که عمده‌ترین آنها به ترتیب 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 گیاه را به این ترکیبات نسبت داد. یافته‌های این پژوهش با نتایج تحقیقات Sefidkon *et al.* (1998)، Dorman & Deans (2000)، Ruffinengo *et al.* (2007) و Mirzaei Musawand *et al.* (2022) همخوانی دارد. همچنین، Ghasemi *et al.* (2011) تأثیر فعالیت کنه‌کشی و حشره‌کشی اسانس گیاهان مختلف را روی کنه واروآ و زنبورها در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند. این محققان گزارش کردند اسانس *Thymus kotschyanus* بدون داشتن اثرات جانبی روی زنبورها کارایی بالایی را در کنترل کنه‌واروآ نشان داد. این محققان کارایی مطلوب کنه‌کشی اسانس این گیاه را به دلیل حضور دو ترکیب کارواکرول (۴۷/۹ ٪) و تیمول (۳۰/۶ ٪) به عنوان جزء اصلی ترکیبات شیمیایی اسانس این گیاه نسبت دادند.

به طور کلی، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد عصاره ۵۰ درصد گیاه لوگه‌نه علی‌رغم امن بودن برای زنبورها خواص کنه‌کشی نسبتاً مطلوبی دارد به‌طوریکه حتی از لحاظ درصد تلفات روی کنه‌ها در دفعه اول عصاره پاشی اختلاف معنی‌داری با تیمارهای اسید اگزالیک ۳/۲ درصد و کنه‌کش آپیستان نداشت. بنابراین، با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان غلظت ۵۰ درصد عصاره گیاه لوگه‌نه را به عنوان جایگزین مناسب کنه‌کش‌های سنتتیک و اسیدهای آلی برای کنترل کنه‌واروآ در کلنی‌های زنبورعسل توصیه کرد. آگاهی از تغییرات فعالیت‌های آنزیمی و میزان ذخایر انرژی پس از قرار گرفتن در معرض کنه‌کش‌ها به ما اجازه می‌دهد درک بهتری از چگونگی تأثیر واروآکش‌ها بر ویژگی‌های بیوشیمیایی زنبورهای عسل، چگونگی سم‌زدایی در زنبورهای عسل و خلاص شدن آنها از شر شرایط استرس داشته باشیم. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده تاثیر غلظت ۵۰ درصد عصاره این گیاه روی فعالیت‌های آنزیمی و میزان ذخایر انرژی زنبورها هم مورد بررسی قرار گیرد.

Author Contributions

Ataollah Rahimi: conceptualization, methodology, formal analysis, investigation, draft preparation, final review and edit, visualization, supervision, project administration and funding acquisition, **Shabnam Parichehreh:** final review and edit.

Funding

This research has received financial support by the Shahang company of Sulaymaniyah, Kurdistan Region of Iraq.

Data Availability Statement

All data supporting the findings of this study are available within the paper.

Acknowledgments

The authors are extremely grateful to Mr. Osman Majid Ahmad on behalf of Shahang Company located in Kurdistan region of Iraq for the financial support of the project. Also, the authors thank Dr. Reza Amiri, Dr. Rasoul Bahreini and Dr. Esmaeil Amiri for the scientific editing of this article.

Ethics Approval

Insect and mites were used in this study. All applicable international, national, and institutional guidelines for the care and use of animals were followed. This article does not contain any studies with human participants performed by any of the authors.

Conflict of Interests

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

EFERENCES

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

Abdel Rahman, M. F. & Rateb, S. H. (2008) Evaluation of lemon juice for controlling *Varroa destructor* in honeybee colonies. *Assiut Journal of Agricultural Sciences* 2, 195-206.

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. https://doi.org/10.21608/ajesa.2008.4971

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 *Apise mellifera carnica* capped worker brood production, bee population, and honey storage in a Mediterranean climate. *Apidologie* 33(3), 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, Pp 17-17.

Ariana, A., Ebadi, R. & Tahmasebi, G. H. (2002) Laboratory evaluation of some plant essences to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Experimental and Applied Acarology* 27(4), 319-327. https://doi.org/10.1023/a:1023342118549

Bahreini, R., Tahmasebi, G. H., Nowzari, J. & Talebi, M. (2004) A study of the efficacy of formic acid in controlling *Varroa destructor* and its correlation with temperature in Iran. *Journal of Apicultural Research* 43(4), 158-161. https://doi.org/10.1080/00218839.2004.11101129

Calderone, N.W. & Spivak, M. (1995) Plant extracts for control of the parasitic mites *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) in colonies of the Western honeybee (Hymenoptera: Apidea). *Journal of economic entomology* 88(5): 1211-1215. https://doi.org/10.1093/jee/88.5.1211

Calderone, W., William, T. & Spivak, S. (1997) Plant Extracts Used for Control of the Parasitic Mites *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) in Colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae*). Journal of Economic Entomology* 90(5), 1080–1086. https://doi.org/10.1093/jee/90.5.1080

Chaiyasit, D., Choochote, W., Rattanachanpichai, E., Chaithong, U., Chaiwong, P., Jitpakdi, A., Tippawangkosol, P., Riyong, D. & Pitasawat, B. (2006) Essential oils as potential adulticides against two populations of Aedes aegypti, the

laboratory and natural field strains, in Chiang Mai province, northern Thailand. *Parasitology Research* 99(6), 715–721. https://doi.org/10.1007/s00436-006-0232-x

Charpentier, G., Vidau, C., Ferdy, J. B., Tabarta, J. & Vetillard, A. (2014) Lethal and sub-lethal effects of thymol on honeybee (*Apis mellifera*) larvae reared in vitro. *Pest Management Science* 70(1), 140-147. https://doi.org/10.1002/ps.3539.

Coffey, M.F. & Breen, J. (2013) Efficacy of Apilife Var® and Thymovar® against *Varroa destructor* as an autumn treatment in a cool climate. *Journal of Apicultural Research* 52(5), 210-218. https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.5.07

Coskun, S., Girisgin, O., Kürkcüoglu, M., Malyer, H., Girisgin, A. O., Kırımer, N. & Baser, K. H. (2008) Acaricidal efficacy of Origanum onites L. essential oil against Rhipicephalus turanicus (Ixodidae). *Parasitology Research* 103(2), 259–261. https://doi.org/10.1007/s00436-008-0956-x

Damiani, N., Gende, L. B., Bailac, P., Marcangeli, J. A. & Eguaras, M. J. (2009) Acaricidal and insecticidal activity of essential oils on *Varroa destructor* (Acari: Varrroidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Parasitology Research* 106(1), 145-152. https://doi.org/10.1007/s00436-009

Damiani, N., Liesel, B., Matías, D., Marcangeli, A. & Eguaras, J. (2022) Repellent and acaricidal effects of botanical extracts on *Varroa destructor*. *Parasitol Research* 108(1), 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(2), 1-12. https://doi.org/10.3896/IBRA/1.52.1.03

Dellacasa, A. D., Bailac, P. N., Ponzi, M. I., Ruffinengo, S. R. & Eguaras, M. J. (2003) In vitro activity of essential oils against *Ascosphaera apis*. *Journal of Essential Oil Research* 15, 282–285. https://doi.org/10.3390/vetsci8050080

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), 1-54. https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.09

Dorman, H. J. D. & Deans, S. G. (2000) Antimicrobial agents from plants: Antimicrobial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88(2), 308-316. https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x

El-Zemity, S., Rezk, R. H. A. & Zaitoon, A. A. (2006) Acaricidal activity of some essential oils and their monoterpenoidal constituents against the parasitic bee mites, *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Journal of Zhejiang University SCIENCE B* 7(12), 957-62. https://doi.org/10.1631/jzus.2006.B0957

Floris, I., Satta, A., Cabras, P., Garau, V. L. & Angioni, A. (2004) Comparison between two thymol formulations in the control of *Varroa destructor*: effectiveness, persistence, and residues. *Journal of Economic Entomology* 97(2), 187- 191. https://doi.org/10.1093/jee/97.2.187

Imdorf, A., Bogdanov, S., Ochoa, R. I. & Calderone, N. W. (1999a) Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie* 30, 209-228.

Imdorf, A., Charriere, J. D. & Rosenkranz, P. (1999b) *Varroa* control with formic acid. Coordination in Europe of research on integrated control of *Varroa* mites in honey bee colonies. Agricultural Research Centre, Ghent, Belgium, Commission of the European Communities, pp. 24–31.

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(1), 126-138. https://doi.org/10.12692/ijb/16.1.126-138

Iori, A., Grazioli, D., Gentile, E., Marano, G. & Salvatore, G. (2005) Acaricidal properties of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* Cheel (tea tree oil) against nymphs of Ixodes ricinus. *Veterinary Parasitology*, 129(2), 173–176. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.11.035.

Gashout, H. A. & Guzmán-Novoa, E. (2009) Acute toxicity of essential oils and other natural compounds to the parasitic mite, *Varroa destructor*, and to larval and adult worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Apicultural Research* 48(4), 263-269. https://doi.org/10.3896/IBRA.1.48.4.06

Gende, L. B., Maggi, M. D., Fritz, R., Eguaras, M. J., Bailac, P. N. & Ponzi, M. I. (2009) Antimicrobial activity of *Pimpinella anisum* and *Foeniculum vulgare* essential oils against *Paenibacillus larvae* subsp. larvae. *Journal of Essential Oil Research* 21(1), 91–93. https://doi.org/10.1080/10412905.2009.9700120

Ghasemi, V., Moharramipour, S. & Tahmasbi, G. H. (2017) Laboratory cage studies on the efficacy of some medicinal plant essential oils for controlling varroosis in *Apis mellifera* (Hym.: Apidae). *Systematic and Applied Acarology* 21(12), 1681-1692. https://doi.org/10.11158/saa.21.12.9

Ghasemi, V., Mohramipour, S. & Tahmasebi, GH. (2013) 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* 29(1), 26-34. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2013.2875

Ghasemi, V., Moharramipour, S. & Tahmasbi, G. H. (2011) Biological activity of some plant essential oils against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), an ectoparasitic mite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Experimental and Applied Acarology* 55(2), 147-154. https://doi.org/10.1007/s10493-011-9457-1

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

González-Gómez, R., Otero-Colina, G., Villanueva Jiménez, J. A., Santillán-Galicia, M. T., Peña-Valdivia, C. B. & Santizo-Rincón, J. A. (2016) Effects of neem (*Azadirachta indica*) on honey bee workers and queens, while applied to control *Varroa destructor*. *Journal of Apicultural Research* 55(5), 413-421. https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1260239

Kochanskg, 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

Kotan, R., Kordali, S., Caki, A., Kesdek, M., Kaya, Y. & Kilic, H. (2008) Antimicrobial and insecticidal activities of essential oil isolated from Turkish Salvia hydrangea DC. ex Benth. *Biochemical Systematics and Ecology* 36(6), 360–368. https://doi.org/10.1016/j.bse.2007.12.003

Maggi, M., Gende, L., Russo, K., Fritz, R. & Eguaras, M. (2011) Bioactivity of Rosmarinus officinalis essential oils against *Apis mellifera*, *Varroa destructor* and *Paenibacillus larvae* related to the drying treatment of the plant material. *Natural Product Research* 25 (4), 397-406. https://doi.org/10.1080/14786419.2010.481261

Malaki, M., Seperi, 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)* 140, 69-82. https://doi.org/10.22092/ ASJ.2022.360179.2260

Mahmood, R., Asad, A., Moshin, A., Wagchoure, E., Sarwar, G., Islam, N. & Ahmad, W. (2014) Control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) by using Plant Oils and Extract. *Pakistan Journal Zoology* 43(3): 609-615.

Masry, S. H., Abd El-Wahab, T. E. & Rashad, M. (2022) Evaluating the impact of jatropha 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(91), 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 1 st congress on water, environment and sustainable development. 6 to 8 Aus, Tahran, Iran.

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(1), 126-138. https://doi.org/10.12692/ijb/16.1.126-138

Radakovic, M., Stevanovic, J., Djelic, N., Lakic, 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., Bahmani, H. R. & Mahdavi, V. (2024) 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*, (*In Press*).

Rahimi, A. & Parichehreh, S. (2024) 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. https://doi.org/10.22034/HBSJ.2024.366033.1167

Rahimi, A. (2023) 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. Final report of the research project, *Animal Science Research Institute of IRAN (ASRI)*, 49 pages.

Rahimi, A., Khoram Del, Y. & Moradpour, F. (2017) The effect of ethanolic extract of Thyme (Thymus caucasicus) on *Varroa* mite (*Varroa destructor*), external parasitic mite of *Apis mellifera meda* (Hym: Apidae). *Biologija* 63(2), 177-184. https://doi.org/10.6001/biologija.v63i2.3529

Rademacher, E., Harz, M. & Schneider, S. (2015) The development of HopGuard® as a winter treatment against *Varroa destructor* in colonies of *Apis mellifera*. *Apidologie* 46, 748-759. https://doi.org/10.1007/s13592-015-0363

Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbronson, 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. 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.

Rashid, B., Khani, A., Ghasemi, V., Ghadamyari, M., Sahebzadeh, N. & Moharramipour, S. (2020) Evaluation of a new plant-based formulation for the treatment of varroosis in the honey bee colonies: efficacy and safety. *Apidologie* 51, 1074–1090. https://doi.org/10.1007/s13592-020-00786-x

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**Rosenkranz, P., Aumeier, P. & Ziegelmann, B.** (2010) Biology and control of *Varroa destructor*. *The Journal of Invertebrate Pathology* 103, 96-119. https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016

Ruffinengo, S., Eguaras, M., Floris, I., Faverin, C., Bailac, P. & Ponzi, M. (2005) LD50 and repellent effects of essential oils from Argentinian wild plant species on *Varroa destructor*. *Journal of Economic Entomology* 98(3), 651-655. https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.3.651

Sabahi, Q., Gashout, H., Kelly, P. G. & Guzman-Nonoa, E. (2017) Continuous release of oregano oil effectively and safely controls *Varroa* destructor infestations in honey bee colonies in a northern climate. *Experimental and Applied Acarology*, 72, 263-275. https://doi.org/10.1007/s10493-017-0157-3

Sammataro, D., Degrandi-Hofman, G., Needham, G. & Wardell, G. (1998) Some volatile plant oils as potential control agents for *Varroa* mites (Acari: Varroidae) in honey bee colonies (Hymenoptera: Apidae). *American Bee Journal* 138, 681–685.

Sanda, K., Koba, K., Akpagana, K., & Tchepan, T. (2001). Teneur et compostion chimique de l´huile essentielle de Ocimum basilicum L. et Ocimum gratissicum L. a diferentes periodes de recolte apres semis. *Rivan Italian EPPOS* 31, 3–7

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.

Shoreit, M. N. & Hussein, M. H. (1994) Field trials for the control of *Varroa* disease of honeybees by using coriander seeds extract. *Zagazig Journal of Agricultural Research* 21, 279-288.

Taheri Iman 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* 71, 1-10. https://doi.org/10.13102/sociobiology.v71i2.10302

Tihelka, E. (2018) Effects of synthetic and organic acaricides on honey bee health: a review. *Slovenian Veterinary Research* 55(3), 119-40. https://doi.org/10.26873/SVR-422-2017

Wallner, K. (1999) Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie*, 30, 235-248. https://doi.org/10.1051/apido:19990212

Williamson, E. M., Priestley, C. M. & Burgess, I. F. (2007) An investigation and comparison of the bioactivity of selected essential oils on human lice and house dust mites. *Fitoterapia* 78, 521–525. https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.06.00

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. https://doi.org/10.5829/idosi.aje.2015.8.3.95259

Evaluation of a new plant-based formulation to control *Varroa* mite (*Varroa destructor*) in honey bee (*Apis mellifera*) colonies

Ataollah Rahimi[1] & Shabnam Parichehreh[2]

1- *Animal Science Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran*
✉ ata.rahimi@areeo.ac.ir https://orcid.org/0000-0002-4298-7304

2- *Honey bee Research Department, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran*
✉ sh.pariichehreh@gmail.com https://orcid.org/0000-0003-4322-0188

Article History
Received: 17 June 2024 | *Accepted:* 07 September 2024 | *Subject Editor:* Najmeh Sahebzadeh

Abstract
Varroa destructor is a dangerous pest directly for beekeeping and indirectly for crops that require insect pollination. 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 *Prangos ferulacea* plant against the *Varroa* mite and its host in the honey bee colonies in the climatic conditions of Kurdistan province from 2022 to 2024. The *P. ferulacea* plant was collected in June 2022 from different regions of Kurdistan province in the flowering stage, extracted and then its chemical compounds were identified using GC-MS. The present study was conducted in the form of a factorial experiment based on a completely random basic design with four treatments and seven 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. The results showed that the extract of 50% of *P. ferulacea* was relatively favorable acaricidal properties. So that, there was no significant difference with oxalic acid and Apistan treatments in terms of mite mortality percentage in the first time of spraying. Also, the result showed that the bee's mortality percentage was not more than 7% in any of the times of spraying with the 50% extract of the *P. ferulacea*, and there was observed a significant difference compared to the oxalic acid and Apistan treatments in terms of bee's mortality percentage ($P<0.01$). The queen superseding was not observed in any of the experimental treatments. According to the findings of the present research, the concentration of 50% of the extract *P. ferulaceous* can be suggested as a suitable alternative to synthetic acaricides and organic acids to control the *Varroa* mite in honey bee colonies.

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

Corresponding Author: Ataollah Rahimi (Email: ata.rahimi@areeo.ac.ir)

Citation: Rahimi, A. & Parichehreh, SH. (2024) Evaluation of a new plant-based formulation to control *Varroa* mite (*Varroa destructor*) in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *J. Entomol. Soc. Iran*, 44 (4), 417–428. https://doi.org.10.61186/jesi.44.4.5