

# Grooming behavior evaluation of *Apis mellifera* population of Kurdistan province against *Varroa destructor* and its effects on performance traits of honey bee colonies

Ali moradian<sup>1</sup>, Rahimeh Sepehri<sup>1\*</sup>, Ataollah Rahimi<sup>2</sup>

1- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan Zanjan, Iran

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

\* Corresponding author e-mail: [sepehri\\_r@znu.ac.ir](mailto:sepehri_r@znu.ac.ir)

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.98733.1313>

**Introduction:** The honey bee (*Apis mellifera* L.) is the most important insect in nature, with ecological value in terms of pollination and economic value in terms of the production of honey, pollen, royal jelly, venom, propolis, and wax. Despite all these ecological, economic, and social benefits, nowadays honey bee colonies face numerous challenges including pests and diseases. One of the major challenges in modern beekeeping is the *Varroa* mite and finding solutions to resistance against this parasite. This pest feeds on the fat bodies and hemolymph of different developmental stages of honey bees and also transmits viral pathogens including deformed wing virus. As a result, it causes weakened bees, cellular disorders and damage, wing deformities, reduced body size, malformed and atrophied legs, incomplete development of the hypopharyngeal and mandibular glands, reduced lifespan, decreased immune capacity, and colony collapse. Ultimately, it causes enormous economic losses to the global beekeeping industry including in Iran every year. In recent years, the application of chemical pesticides for control of this mite has led to the occurrence of mite resistance and contamination of hive products. Therefore, the use of safe alternative methods is recommended to protect bee health and colony products. Honey bees grooming behavior is the primary natural defense against *Varroa* mite, American foul brood and chalk brood disease and are controlled by genetic and environmental factors. Therefore, this study was conducted to investigate the grooming behavior of the honey bee population in Kurdistan province against the *Varroa* mite and its effect on colony performance traits, including the adult bee population, brood population, and honey production.

**Material and Methods:** The present study was conducted on the honey bee population of Kurdistan province during 2023 to 2025. This study was carried out on 120 honey bee colonies infested with *Varroa* mites in four cities of Kurdistan province (Saqqez, Kamyaran, Marivan, and Sanandaj) based on a two-factor completely randomized design. In this study, two apiaries were randomly selected from each county, and 15 colonies were selected and numbered from each apiary. In this study, apiaries with more than 300 colonies were selected, and colonies with infestation levels above 10% were selected from each apiary. The experimental colonies in the apiaries and cities under study were not treated with any acaricides or other *Varroa* mite control methods for nine months prior to the experiment. In the first year of the study, the experimental colonies were standardized in terms of queen age, population size (adult bees and brood), and honey reserves according to the guidelines of Delaplane et al. (2013). In this study, grooming behavior, population (brood and adults), and honey production traits of the experimental colonies were evaluated.

**Results and discussion:** The results of covariance analysis showed that the effect of city on all studied traits and apiary within each city on adult's bee population trait was significant ( $p < 0.01$ ). The results of mean comparison of grooming behavior showed that the highest mean

grooming behavior was observed in honey bee colonies from Saqqez city (99.28 mites), and the lowest mean of this behavior was observed in colonies from Sanandaj city (41.24 mites). The results of relative grooming behavior showed that honey bees from Saqqez city exhibited the highest relative grooming behavior (0.95). However, they did not differ significantly from the bees of Kamyaran (0.93) and Marivan (0.91) cities, whereas they showed a significant difference from the bees of Sanandaj (0.84) ( $p < 0.01$ ). The highest and lowest mean of brood population were observed in honey bee colonies from Sanandaj (2.75 frames) and Saqqez (1.8 frames) cities, respectively. The highest and lowest mean of adult's bee populations were observed in honey bee colonies from Sanandaj (15.71 frames) and Saqqez (11.37 frames) cities, respectively. Also, the highest mean honey production was recorded in honey bee colonies from Sanandaj city (12.21 kg), and the lowest mean of this trait was recorded in colonies from Saqqez city (8.2 kg).

**Conclusion:** Our finding demonstrated that grooming behavior, as one of the most important defensive mechanisms of honey bees against diseases and pests including the *Varroa* mite, is expressed in the native honey bee population of Kurdistan province. Furthermore, the level of expression of this behavior varied among the studied honey bee colonies. The results showed that although an increase in grooming behavior can enhance colony resistance against the *Varroa* mite, it may be associated with a relative reduction in productive performance. This issue is of particular importance in honey bee breeding programs, as selection solely for mite resistance may negatively affect the productive efficiency of the colony. Therefore, breeding strategies should be designed in a way that strengthens the bees' defensive capacity while maintaining productive performance at an optimal level. In this regard, the use of balanced selection methods, along with consideration of the climatic and ecological conditions of each region, can help simultaneously improve resistance to the *Varroa* mite and enhance performance traits in native populations. Based on the findings of this study, it can be inferred that honey bee colonies in Kurdistan province are capable of defending themselves against *Varroa* mites through the expression of grooming behavior. Furthermore, by the implementation of breeding programs, the level of this behavior in the colonies of this province can be improved alongside productive traits.

**Keywords:** *Apis mellifera*, genetic behavior, *Varroa destructor*, performance traits, Kurdistan province

ارزیابی رفتار نظافت‌گری توده زنبور عسل (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) استان کردستان در مقابل کنه واروا (*Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000) و بررسی تأثیر آن بر صفات عملکردی کلنی‌ها

علی مردایان<sup>۱</sup>، رحیمه سپهری<sup>۱\*</sup>، عطااله رحیمی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

## چکیده

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی رفتار نظافت‌گری ۱۲۰ کلنی زنبورعسل آلوده به کنه‌واروآ و بررسی تأثیر آن بر صفات عملکرد کلنی‌های زنبورعسل استان کردستان در قالب طرح کاملاً تصادفی (آشپانه‌ای دو فاکتوره) طی سال‌های ۱۴۰۲ الی ۱۴۰۴ انجام شد. بعد از انتخاب و آماده سازی کلنی‌های آزمایشی، میزان آلودگی اولیه آنها به کنه‌واروآ ارزیابی و بعنوان کووریت در آنالیز داده‌ها لحاظ شد. در این مطالعه، رفتار نظافت‌گری، جمعیت نوزادان و بالغین و تولیدعسل کلنی‌های آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه کوواریانس صفات مورد بررسی نشان داد که اثر شهرستان روی همه صفات مورد مطالعه و اثر زنبورستان داخل هر شهرستان بر صفت جمعیت بالغین معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) بود. براساس نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی، بیشترین میانگین رفتار نظافت‌گری مربوط به کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سقز (۹۹/۲۸ کنه) و کمترین آن مربوط به کلنی‌های زنبورعسل شهرستان کامیاران (۴۱/۲۴ کنه) و سنندج (۴۳/۷۴ کنه) بود. بیشترین و کمترین میانگین صفات جمعیت نوزادان و بالغین به‌ترتیب در کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سنندج و سقز مشاهده شد. همچنین، بیشترین میانگین تولیدعسل مربوط به کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سنندج (۱۲/۲۱ کیلوگرم) و کمترین آن مربوط به کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سقز (۸/۲ کیلوگرم) بود. نتایج نشان داد اگرچه افزایش رفتار نظافت‌گری می‌تواند مقاومت کلنی‌ها را در برابر کنه‌واروآ ارتقاء دهد، اما ممکن است با کاهش نسبی عملکرد تولیدی همراه باشد. بنابراین، راهبردهای اصلاحی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که ضمن تقویت توان دفاعی زنبورها، عملکرد تولیدی کلنی‌ها را در سطح مطلوب حفظ کنند. بنابراین، با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان استنباط کرد که کلنی‌های زنبورعسل استان کردستان از طریق رفتار نظافت‌گری توانایی دفاع از خود در برابر کنه واروآ را دارند و با اجرای برنامه‌های اصلاح نژادی هدفمند می‌توان میزان این رفتار را در کلنی‌های این استان، همسو با صفات عملکردی، بهبود بخشید.

**کلمات کلیدی:** زنبورعسل، رفتار ژنتیکی، کنه‌واروآ، صفات تولیدی، استان کردستان

## مقدمه

زنبورعسل (*Apis mellifera* L.) مهم‌ترین حشره موجود در طبیعت با ارزش اکولوژیکی از نظر گرده‌افشانی و با ارزش اقتصادی از لحاظ تولید عسل، گرده، ژل رویال، زهر، بره‌موم و موم می‌باشد (Zemene et al., 2015; Rahimi et al., 2026). علی‌رغم تمام این مزایای اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی، امروزه کلنی‌های زنبورعسل با چالش‌های متعددی از قبیل آفات و بیماری‌ها روبه‌رو هستند (Tu et al., 2010). یکی از مهم‌ترین چالش‌های عمده‌ی زنبورداری امروز کنه‌واروآ (*Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000) و یافتن راه‌حل‌هایی برای مقاومت با این انگل است (Coby, 2009; Rahimi & Parichehreh, 2026). این آفت با تغذیه از اجسام چربی و همولف مراحل مختلف رشدی زنبورعسل و همچنین انتقال عوامل بیماری‌زای ویروسی از جمله ویروس تغییردهنده‌ی شکل بال (Deformed wing virus)، منجر به ضعیف شدن زنبورها، ایجاد اختلالات و آسیب‌های سلولی، بدشکلی بال‌ها، کوچکی

جثه، ایجاد پاهای ناقص و تحلیل رفته، عدم توسعه کامل غدد هیپوفارنژیال و ماندیبولار، کاهش طول عمر، کاهش ظرفیت ایمنی زنبورها و نابودی کلنی‌ها شده و در نهایت هر سال خسارت اقتصادی هنگفتی را به صنعت زنبورداری دنیا از جمله ایران وارد می‌کند (Boecking & Spivak, 1999; Yang *et al.*, 2005; Navajas *et al.*, 2008; Noor *et al.*, 2020; Ramsey *et al.*, 2021; Rahimi & Parichehreh, 2024; Rahimi *et al.*, 2025). حتی مطالعات مختلف نشان داده است که کنه‌واروآ یکی از عوامل اصلی فرار زنبورعسل از کلنی و همچنین پدیده فروپاشی کلنی (Colony Collapse Disorder) می‌باشد (Rosenkranz *et al.*, 2010; Facchini *et al.*, 2019).

استفاده از سموم شیمیایی برای مبارزه با کنه‌واروآ به‌ویژه در ایران 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 کم‌خطر برای سلامتی بشر، زنبورها، فرآورده‌های کلنی و محیط زیست معطوف شده است. مطالعات مختلف نشان داده است میزان شیوع آلودگی به کنه‌واروآ از یک کلنی به کلنی دیگر در یک زنبورستان، از یک زنبورستان به زنبورستان دیگر و حتی از یک منطقه به منطقه‌ی دیگری متفاوت است. بررسی‌های مختلفی برای شناسایی علل این تفاوت‌ها انجام شده و نتایج نشان داده که ساز و کارهایی در زنبورها وجود دارند که می‌تواند رشد جمعیت کنه‌واروآ را در کلنی‌های زنبورعسل کاهش می‌دهد (Almi *et al.*, 2007; Tahmasebi *et al.*, 2018; Rahimi & Parichehreh, 2026). در میان سازو کارهای دفاعی زنبورعسل در برابر کنه‌واروآ، رفتار نظافت‌گری به دلیل داشتن پایه ژنتیکی از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است و به عنوان یکی از مهم‌ترین مکانیزم‌های دفاعی زنبورعسل علیه کنه‌واروآ در طرح‌های اصلاح نژادی برای بهبود آن تلاش زیادی شده است (Stanimirovich *et al.*, 2008). این مکانیسم نخستین بار توسط Peng *et al.* (1987) مورد بررسی قرار گرفت. در این رفتار، زنبورعسل با استفاده از پاها و آرواره‌های خود، کنه‌ها را از بدن خود جدا می‌کند یا زنبورهای دیگر کلنی به او کمک می‌کنند تا کنه‌ها را از روی بدن آن حذف کنند. این رفتار به دو شکل در زنبورها بروز می‌کند. اگر زنبورها بتوانند با استفاده از حرکات بدن خود مثل پاها و آرواره‌ها کنه را بدون کمک دیگر زنبورها از روی بدن خود جدا کنند به این نوع رفتار، رفتار نظافت‌گری خود تنظیفی می‌گویند (Boecking & Spivak, 1999) ولی اگر زنبور آلوده به تنهایی قادر به حذف کنه از روی بدن خود نباشد با رقص خاصی که شامل حرکات سریع جانبی شکم است، از سایر زنبورهای کارگر کندو (به‌خصوص زنبورهای نظافت‌گر) درخواست کمک کند. به این نوع رفتار نظافت‌گری زنبورها که هنگام حذف کنه از روی بدن خود با کمک زنبورهای دیگر کلنی انجام می‌شود، "رفتار نظافت‌گری دگر تنظیفی" نام دارد (Land & and Seeley, 2004). در مجموع، زنبورها با بروز رفتار نظافت‌گری (خود تنظیفی و دگر تنظیفی) قادر به حذف کنه از بدن خود هستند. کنه‌هایی که در نتیجه‌ی این رفتار از بدن زنبورها جدا می‌شوند، معمولاً در برخی نواحی بدن خود آسیب‌هایی می‌بینند که دوباره قادر به حرکت به سمت زنبورها و مستقر شدن روی آنها نیستند (Peng *et al.*, 1987). رفتار نظافت‌گری نشان‌دهنده‌ی سطح بالای همکاری و ارتباطات اجتماعی در زنبورهای عسل است. زنبورها نه تنها به نظافت فردی خود اهمیت می‌دهند، بلکه به سلامت عمومی کلنی نیز توجه می‌کنند. با تسهیل فرایند نظافت از طریق همکاری، زنبورها می‌توانند به طور مؤثرتری با آلودگی‌ها و تهدیدات خارجی (مانند کنه‌ها) مقابله کنند، که این امر به بهبود سلامت و بقای کلنی کمک می‌کند (Boecking & Ritter, 2004).

رفتار نظافت‌گری در پاسخ به وجود کنه‌واروآ نقش کلیدی در مقاومت گونه زنبورعسل هندی (*Apis cerana*) (Fabricius, 1793) در برابر این انگل ایفاء می‌کند (Boecking & Ritter, 2004; Peng *et al.*, 1987). مطالعات

نشان داده است که در کندوهای گونه *A. cerana*، ۷۳/۸ درصد از کنه‌های افتاده در کف کندو آسیب دیده‌اند. شواهد حاصل از مشاهده مستقیم رفتار نظافت‌گری زنبورها به همراه داده‌های مربوطه به حذف موفقیت آمیز کنه‌ها، درصد ریزش کنه‌ها به کف کندو و درصد کنه‌های آسیب‌دیده نشان‌دهنده‌ی یک رابطه مستقیم بین رفتار نظافت‌گری و ریزش کنه‌ها به تخته‌ی کف کندو است (Christine Peng et al., 1987). در مطالعه‌ای، توده‌های زنبورعسل استان‌های اصفهان، تهران، خراسان رضوی، قزوین، فارس، خوزستان و مرکزی از لحاظ رفتار نظافت‌گری و ارتباط آن با صفات عملکردی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که توده‌ی زنبورعسل استان اصفهان بالاترین درصد آلودگی به کنه واروآ را داشته و رفتار نظافت‌گری آن‌ها به‌طور معناداری کمتر از سایر استان‌ها بود. یافته‌های این پژوهش نشان داد کلنی‌های با رفتار نظافت‌گری بالا توانسته بودند تا ۵۰ درصد کنه‌های آلوده را از کلنی حذف کنند. همچنین، همبستگی مثبت و معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) میان رفتار نظافت‌گری زنبورها و میزان تولید عسل کلنی‌ها مشاهده شد که این مهم نشان‌دهنده تأثیر مثبت این رفتار در کاهش آلودگی به کنه‌واروآ و بهبود عملکرد کلنی‌ها است (Mortazavi et al., 2003). در بررسی دیگری، رفتار نظافت‌گری جمعیت زنبورعسل استان آذربایجان غربی و ارتباط آن با صفات رفتاری و عملکردی کلنی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد رفتار نظافت‌گری جمعیت زنبورعسل استان آذربایجان غربی در سطح مطلوبی بروز می‌شود و همبستگی مثبت و معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) بین این رفتار با صفات رفتاری و عملکردی کلنی‌ها مشاهده شد. این محققان گزارش کردند کلنی‌های زنبورعسل استان آذربایجان غربی با بروز رفتار نظافت‌گری توان دفاع از خود در برابر کنه‌واروآ را دارند و پیشنهاد کردند با اجرای برنامه‌های اصلاح نژادی می‌توان در راستای بهبود این رفتار در توده زنبورعسل این استان و ایجاد لاین‌های بهداشتی مقاوم زنبورعسل نسبت به کنه واروآ اقدام کرد (Taheri Imamkandi et al., 2024).

رفتار نظافت‌گری زنبورها در برابر کنه‌های فورتیک واروآ تنها رفتار دفاعی است که زنبورها در طول دوره طولانی زمستان که تخم‌ریزی وجود ندارد، از خود نشان می‌دهند. کلنی‌هایی که رفتار نظافت‌گری مطلوب و ضد کنه‌واروآی بالایی از خود نشان می‌دهند، می‌توانند از این طریق کنه‌ها را تضعیف و مرگ و میر زنبورهای کارگر را در طول زمستان کاهش و جمعیت کنه را قبل از شروع فصل تولیدمثل جدید به سطح پایینی کاهش دهند. بنابراین، گنجاندن رفتار نظافت‌گری ضد واروآ در یک برنامه انتخابی برای مقاومت به کنه‌واروآ می‌تواند مفید واقع شود (Guzmán-Novoa et al., 2012). استان کردستان یکی از استان‌های مستعد در امر پرورش زنبورعسل و از قطب‌های زنبورداری کشور به‌شمار می‌رود. با این حال، تاکنون مطالعه‌ای جامع بر روی میزان و تنوع رفتار نظافت‌گری در جمعیت بومی زنبورعسل این استان به عنوان یکی از راهکارهای اصلی دفاعی زنبورعسل در برابر کنه‌واروآ صورت نگرفته است. با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی و فرهنگی منحصربه‌فرد استان کردستان، بررسی و تحلیل رفتار نظافت‌گری زنبورهای عسل این منطقه در مواجهه با کنه واروآ و تأثیر آن بر سلامت کلنی‌ها ضروری به نظر می‌رسد. علاوه بر این، تحقیق در مورد رفتار نظافت‌گری جمعیت زنبورعسل استان کردستان در برابر کنه واروآ می‌تواند به درک عمیق‌تر مکانیزم‌های دفاعی زنبورها و ارتقاء روش‌های مدیریت این انگل کمک شایانی نماید. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی رفتار نظافت‌گری توده‌ی زنبورعسل استان کردستان در برابر کنه واروآ و تأثیر آن بر صفات عملکردی کلنی‌ها از جمله جمعیت زنبورهای بالغ، جمعیت نوزادان و میزان تولید عسل انجام شد.

## مواد و روش‌ها

## زمان و مکان اجرای آزمایش

پژوهش حاضر روی توده‌ی زنبورعسل استان کردستان طی بازه زمانی ۱۴۰۲ الی ۱۴۰۴ انجام شد.

## روش و نحوی اجرای مطالعه

بر اساس نوع اقلیم و پتانسیل زنبورداری مناطق مختلف استان کردستان، شهرستان‌هایی که از نظر تعداد کلنی و پوشش گیاهی مناسب برای زنبورداری، دارای ظرفیت بالاتری بودند، برای اجرای این تحقیق انتخاب شدند. بر این اساس، چهار شهرستان سنندج، کامیاران، مریوان و سقز برای انجام این بررسی انتخاب شدند. سپس، از هر شهرستان دو زنبورستان با بیش از ۳۰۰ کلنی انتخاب و از هر زنبورستان ۱۵ کلنی (با آلودگی بالای ۱۰ درصد به کنه واروا) به صورت کاملاً تصادفی انتخاب و شماره‌گذاری گردیدند. در مجموع، این مطالعه روی ۱۲۰ کلنی زنبورعسل آلوده به کنه واروا در چهار شهرستان استان کردستان انجام شد. در هر شهرستان، زنبورستان‌هایی مورد مطالعه قرار گرفتند که مقیم استان بوده و کوچ برون استانی نداشتند. همچنین، تلاش شد تا کلنی‌هایی انتخاب شوند که دارای ملکه هم‌سن (همگی یک‌ساله) و از نظر کیفیت کندو در سطح یکسانی باشند.

## بررسی میزان آلودگی اولیه کلنی‌ها به کنه واروا

کلنی‌های آزمایشی در زنبورستان‌ها و شهرستان‌های مورد مطالعه تا نه ماه قبل از اجرای آزمایش با هیچ گونه داروی کنه‌کش یا سایر روش‌های کنترل کنه واروا تیمار نشدند. قبل از اجرای آزمایش (در سال اول مطالعه)، کلنی‌های آزمایشی از لحاظ سن ملکه (همگی دارای ملکه‌های هم‌سن خواهری)، جمعیت (زنبورهای بالغ و نوزادان) و ذخیره‌ی عسل براساس دستورالعمل دلاپلین و همکاران (Delaplane et al. (2013 یکسان‌سازی شدند. یک ماه قبل از اجرای آزمایش، مجدداً کلنی‌ها از لحاظ جمعیت (زنبورهای بالغ و نوزادان) و ذخیره عسل همسان‌سازی شدند. همچنین، نرخ آلودگی اولیه‌ی کندوها به کنه واروا با استفاده از دستورالعمل دیتمان و همکاران (Dietemann et al. (2013 برای زنبورهای بالغ و براساس دستورالعمل زمنه و همکاران (Zemene et al. (2015 برای نوزادان ارزیابی شد. برای تعیین نرخ آلودگی اولیه زنبورهای بالغ به کنه‌واروا، سه نمونه تقریباً ۱۰۰ تایی زنبور از هر کلنی بصورت جداگانه از شان‌های نوزادان برداشته و آنها را به داخل یک شیشه ۱۵۰ میلی‌لیتری که حاوی سه قاشق پودر شکر است، منتقل کردیم (شکل ۱). سپس، ۳۰ ثانیه شیشه حاوی زنبورها را به آرامی تکان داده و بعد از یک دقیقه، یک توری روی درب ظرف گذاشته و سپس محتویات ظرف را روی صفحه‌ای کاغذی سفید ریخته و اقدام به شمارش کنه‌ها شد. 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 کنه‌واروا، تقریباً ۱۰۰ شفیره کارگر را از شان‌های مختلف نوزادی هر کلنی از سلول‌های آنها خارج کرده و از نظر وجود کنه‌واروا مورد بررسی و شمارش قرار گرفتند. در نهایت، برای تعیین نرخ آلودگی نوزادان به کنه‌واروا، تعداد کنه‌های مشاهده شده به تعداد سلول‌های باز شده (۱۰۰ سلول) تقسیم گردید. سرانجام، نرخ آلودگی هر کلنی، از حاصل میانگین درصد آلودگی نمونه‌های زنبورهای بالغ و نوزادان به دست آمد.



شکل ۱- نحوه‌ی ارزیابی آلودگی کلنی‌های زنبور عسل به کنه‌واروآ

Figure 1- Evaluation of Varroa mite infestation in honey bee colonies

### ارزیابی صفات مورد مطالعه

#### رفتار نظافت‌گری

قبل از اجرای بررسی‌های میدانی (در سال اول مطالعه (۱۴۰۳))، کلنی‌های انتخاب شده در هر زنبورستان از لحاظ جمعیت زنبورهای بالغ و نوزادان، ذخیره عسل و گرده و تعداد شان همسان‌سازی شدند. سپس، در کف هر کندو یک صفحه پلاستیکی مدرج آغشته به گریس روشن بی‌بو تعبیه شد تا کنه‌های افتاده از روی زنبورها به روی این سطح چسبناک سقوط کنند و توانایی حرکت را از دست بدهند و همچنین به راحتی قابل شمارش باشند. حدود سه سانتی‌متر بالاتر از این صفحه پلاستیکی، یک توری فلزی با نمره ۱۰ مش قرار گرفت تا کنه‌های جدا شده از بدن زنبورها از آن عبور کرده و به روی صفحه پلاستیکی چسبناک سقوط کنند ولی زنبورها نتوانند با صفحه و کنه‌های سقوط کرده تماس داشته باشند. هر ۲۴ ساعت یک بار، صفحات پلاستیکی را از کف کندوها در آورده و تعداد کنه‌های روی آنها و کنه‌های آسیب دیده شمارش و ثبت شد. این ارزیابی به مدت دو هفته در فصل بهار (خردادماه)، تابستان (مردادماه) و پاییز (مهرماه) سال ۱۴۰۳ انجام شد.

#### تولید عسل

برای ارزیابی مقدار عسل تولیدی کلنی‌ها در فصل برداشت عسل در منطقه (مرداد ۱۴۰۳)، وزن عسل برداشتی و باقی‌مانده در هر کندو محاسبه شد. تفاوت وزن قاب‌های عسل هر کندو قبل و بعد از استخراج عسل، میزان عسل تولیدی قاب‌ها و مجموع عسل استخراج شده از قاب‌های هر کلنی، میزان عسل تولیدی آن کلنی را تشکیل داد. جهت ارزیابی وزن دقیق عسل باقی‌مانده، از روش ارزیابی سطح عسل باقی‌مانده روی قاب‌ها به وسیله قاب‌های مخصوص که با سیم گالوانیزه به مسطیل ۵×۱۰ سانتی‌متر کادربندی شده است، استفاده شد. برای تخمین عسل باقی‌مانده با استفاده از تجربیات محققین ایرانی (Yarahmadi et al., 2007) و دیگر کشورها از روش تبدیل سطح به وزن، بدین ترتیب هر دسی‌متر مربع عسل در دو طرف قاب را معادل ۳۰۴ گرم عسل در نظر گرفته، استفاده شد. با قرار دادن این کادرها روی هر دو طرف قاب‌های باقی‌مانده عسل در کندوها، مجموعاً سطح عسل باقی‌مانده در هر کلنی محاسبه و ثبت گردید. در پایان با

مجموع عسل باقی‌مانده و برداشتی، کل عسل تولیدی هر کندو به‌دست آمده و برای آن کندو ثبت شد. ارزیابی این صفت روی تمام کلنی‌های مورد مطالعه در فصل برداشت عسل در منطقه در تابستان ۱۴۰۳ انجام شد.



شکل ۲- ارزیابی عسل باقی‌مانده در کندو با استفاده از قاب مخصوص کادربندی شده  
Figure 2- Evaluation of remaining honey in the hive by a specially framed frame

### جمعیت زنبورهای بالغ

ارزیابی جمعیت زنبورهای بالغ در طی اجرای این مطالعه به صورت بصری در سه نوبت (خرداد، مرداد و مهرماه ۱۴۰۳) انجام شد. نحوه این ارزیابی بدین صورت بود که در هنگام بازدید کندو، قابی که دو طرف آن تقریباً به صورت یکنواخت از زنبور بالغ پوشیده شده باشد، آن را به عنوان یک قاب کامل زنبور در نظر گرفته و در صورتی که زنبورهای بالغ بخشی از سطح قاب را پوشش دهند متناسب با جمعیت مذکور، کسری از یک قاب به عنوان جمعیت زنبورهای بالغ در نظر گرفته شد. مجموع جمعیت قاب‌ها به عنوان جمعیت زنبورهای بالغ کندو در نظر گرفته و ثبت شد (Rahimi et al., 2025).

### جمعیت نوزادان

تعیین جمعیت نوزادان نیز در سه مرحله در ماه‌های خرداد، تیر و مهرماه ۱۴۰۳ روی تمام کلنی‌های آزمایشی انجام شد. جمعیت نوزادان شامل قاب‌های حاوی تخم، لارو و شفیره است که اندازه‌گیری آنها در ماه‌های خرداد و تیر ۱۴۰۳ همانند ارزیابی جمعیت زنبورهای بالغ به صورت یک قاب کامل نوزاد و کسری از یک قاب نوزاد ارزیابی و سپس مجموع آنها به عنوان جمعیت نوزادان کلنی ثبت شد. در اواخر فصل یعنی در مهرماه، برای محاسبه دقیق جمعیت نوزادان از یک قاب خالی کادربندی شده با سیم گالوانیزه استفاده گردید به طوری که فضای داخل قاب به مربع‌های ۵×۵ سانتی‌متر تقسیم شده است و سپس با انطباق قاب کادربندی شده روی تک‌تک قاب‌های نوزادان هر کلنی، تعداد کادرهای حاوی نوزاد در هر قاب شمارش و سطح پوشش نوزادان برحسب سانتی‌متر مربع محاسبه گردید (Sepehri et al., 2007).

### تجزیه آماری

بعد از اجرای پروژه، داده‌های خام را در برنامه اکسل ذخیره و سپس تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی (آشپانه‌ای) دو فاکتوره با استفاده از نرم افزار SAS V. 9.4 رویه Mixed و مقایسه میانگین‌ها هم با استفاده از آزمون توکی انجام شد. میزان آلودگی اولیه کلنی‌ها نیز به عنوان کووریت (متغیر هم‌بسته) وارد مدل شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل آماری زیر انجام شد:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + \beta(X_{(ij)k} - \bar{X}) + h_k + e_{(ij)kl}$$

در این مدل:

|                              |                                                                                      |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| $Y_{ijkl}$                   | مشاهده مربوط به تیمار $\lambda_m$ در تکرار $\lambda_m$ (مقدار صفت مورد بررسی)        |
| $\mu$                        | میانگین مشاهدات در هر صفت                                                            |
| $A_i$                        | اثر سطح $\lambda_m$ فاکتور A (شهرستان مربوطه)                                        |
| $B_j$                        | اثر سطح $\lambda_m$ فاکتور B (زنبورستان مربوطه) مرتب شده در سطح $\lambda_m$ فاکتور A |
| $\beta(X_{(ij)k} - \bar{X})$ | ضریب تابعیت صفت مورد بررسی (Y) از متغیر هم‌بسته (x)                                  |
| $X_{(ij)k}$                  | مقدار متغیر هم‌بسته در واحد آزمایشی مربوط به تکرار $\lambda_m$ از تیمار $\lambda_m$  |
| $\bar{X}$                    | میانگین همه مشاهدات های متغیر هم‌بسته                                                |
| $h_k$                        | اثر تصادفی کلنی                                                                      |
| $e_{(ij)kl}$                 | اشتباه آزمایشی مربوط به تکرار $\lambda_m$ از تیمار $\lambda_m$ (اشتباه آزمایشی)      |
| $Y_{ijkl}$                   | مشاهده مربوط به تیمار $\lambda_m$ در تکرار $\lambda_m$ (مقدار صفت مورد بررسی)        |

## نتایج و بحث

### تجزیه کوواریانس و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

#### رفتار نظافت‌گری

نتایج تجزیه کوواریانس رفتار نظافت‌گری کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست آمده، اثر شهرستان بر رفتار نظافت‌گری کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار ( $p < 0.001$ ) بود. اما، اثر زنبورستان درون هر شهرستان و میزان آلودگی اولیه کلنی‌ها (متغیر هم‌بسته) روی رفتار نظافت‌گری کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین رفتار نظافت‌گری کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در شکل (۳) نشان داده شده است. نتایج نشان داد بیشترین میانگین رفتار نظافت‌گری مربوط به زنبورهای کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سقز (با میانگین ۹۹/۲۸ کنه) و کمترین میزان این رفتار مربوط به زنبورهای کلنی‌های زنبورعسل شهرستان کامیاران (با میانگین ۴۱/۲۴ کنه) بود. نتایج نشان داد رفتار نظافت‌گری در زنبورعسل توده بومی استان کردستان بروز می‌شود و میزان بروز این رفتار بین کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه متغیر بود؛ به‌طوری‌که زنبورهای کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سقز با میانگین حذف ۹۹/۲۸ کنه از روی بدن خود بالاترین سطح رفتار نظافت‌گری را از خود نشان دادند. درصد حذف بالایی کنه توسط زنبورهای این شهرستان بیانگر توانایی آنها در شناسایی و حذف کنه از روی بدن خود و در نتیجه مقاومت بالاتر در برابر این انگل است. در مقابل، زنبورهای شهرستان کامیاران و سنجندج، به‌ترتیب با میانگین حذف ۴۱/۲۴ و ۴۳/۷۴ کنه از روی بدن خود کمترین میزان رفتار نظافت‌گری را داشتند که نشان‌دهنده بروز پایین رفتار نظافت‌گری زنبورهای این شهرستان در حذف کنه و حساسیت بیشتر کلنی‌ها نسبت به آلودگی و بیماری‌های مرتبط است. این یافته‌ها نشان می‌دهد رفتار نظافت‌گری در زنبورعسل ایرانی بروز می‌شود و میزان بروز آن در کلنی‌ها از تنوع بالایی برخوردار است. همچنین، شرایط ژنتیکی یا محیطی نیز می‌تواند نقش مهمی در بروز این رفتار داشته باشد. یک محقق تعداد ۵۰ کلنی از کلنی‌های زنبورعسل بومی استان اصفهان را طی ۴ سال بدون استفاده از کنه‌کش‌ها مورد نظارت و بررسی قرار داد. تا سال سوم از این تعداد، ۱۸ کلنی زنده باقی ماندند. میزان آلودگی این کلنی‌ها به کنه‌واروآ طی سال سوم و چهارم آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد آلودگی کلنی‌ها از صفر تا ۱۰ درصد متغیر بود. هم راستا با نتایج پژوهش حاضر، این محقق نتیجه گرفت که در زنبورعسل ایرانی رفتار نظافت‌گری بیان می‌شود و این نژاد

زنبورعسل به خوبی می‌تواند با بروز این رفتار از خود در مقابل کنه‌واروآ دفاع کند (Koosha, 1992). در مطالعه دیگری، کلنی‌های زنبورعسل شش استان کشور (به ازای هر استان ۵۰ کلنی) بدون استفاده از داروهای کنه‌کش نگهداری و میزان مقاومت آنها به کنه‌واروآ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد به صورت پراکنده تعدادی از کلنی‌های مورد مطالعه در استان‌های مختلف آلودگی بسیار پایینی به کنه‌واروآ داشتند و مقاومت بالایی از خود در مقابل این آفت نشان دادند (Imami Yeganeh et al., 1996). محقق دیگری، رفتار نظافت‌گری ۲۵ کلنی زنبورعسل آلوده به کنه‌واروآ را به روش صفحات چسپناک در کرج مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که از ۲۴۱۵۰ عدد کنه ریزش کرده بر کف کندوها، ۷۲۵ عدد آنها آسیب دیده‌اند. نتیجه گرفت که زنبورعسل ایرانی پتانسیل دفاع از خود در برابر کنه‌واروآ را دارد (Bahraini, 2002). در مطالعه دیگری، محققان کلنی‌های زنبورعسل شهرستان‌های مختلف استان آذربایجان غربی را از لحاظ میزان بروز رفتار نظافت‌گری و مقاومت آنها در برابر کنه واریوآ مورد بررسی قرار دادند. هم سو با نتایج مطالعه حاضر، یافته‌های این پژوهش نیز نشان داد رفتار نظافت‌گری در زنبورعسل ایرانی بروز می‌شود و در برخی کلنی‌ها سطح بروز این رفتار بسیار بالا گزارش شد. بنابراین، این محققان نتیجه گرفتند که زنبورعسل ایرانی با بروز این رفتار، توانایی دفاع از خود مقابل کنه‌واروآ را دارد و بایستی بهبود و اصلاح این رفتار در برنامه‌های اصلاح نژادی زنبورعسل برای رسیدن به لاین‌های مقاوم این کنه مورد بررسی قرار گیرد. هم راستا با نتایج مطالعه حاضر، محققان دیگری نیز سایر رفتارهای دفاعی زنبورعسل توده استان کردستان مثل رفتار بهداشتی درپوش برداری و حذف محتویات سلول مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند رفتار بهداشتی درپوش برداری و حذف محتویات سلول در توده زنبورعسل استان کردستان در سطح بالایی بروز می‌شود و تدوین برنامه‌های اصلاح نژادی برای بهبود این رفتار در توده زنبورعسل این استان را برای رسیدن به لاین‌های مقاوم زنبورعسل در مقابل کنه‌واروآ را ضروری قلمداد کردند (Rahimi & Parichehreh, 2026).

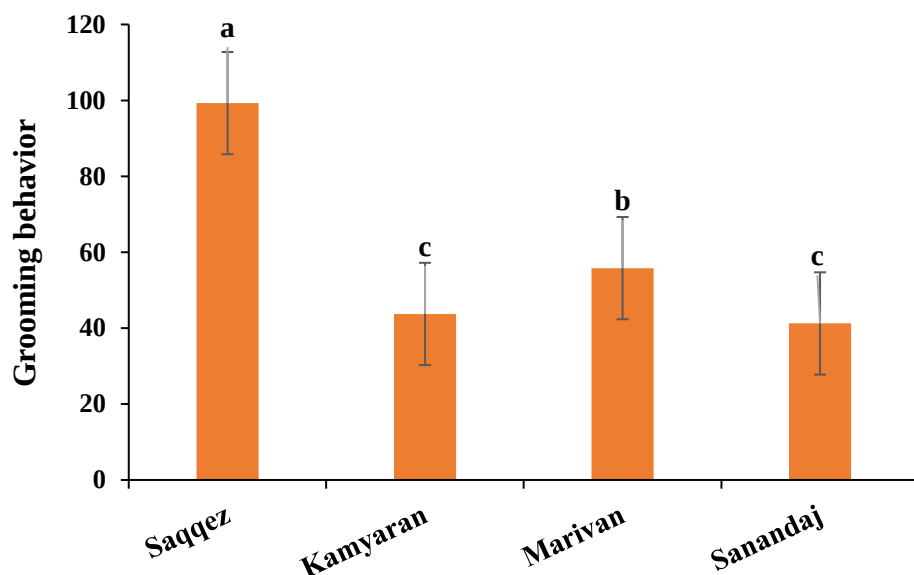
جدول ۱- تجزیه کواریانس رفتار نظافت‌گری کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

Table 1- Covariance analysis of the grooming behavior of the studied honey bee colonies

| منبع تغییرات<br>Source of variations                 | درجه آزادی<br>df | میانگین مربعات<br>Mean of Squares | آماره فشر<br>F | مقدار احتمال<br>p-value |
|------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------------|
| شهرستان<br>City                                      | 3                | 208.08                            | 165.4          | 0.0001                  |
| زنبورستان درون هر شهرستان<br>Apiary within each city | 4                | 1.83                              | 1.45           | 0.2215                  |
| متغیر همبسته<br>Covariate*                           | 1                | 0.005                             | 0.00           | 0.9491                  |
| خطا<br>error                                         | 111              | 1.26                              |                |                         |

\*: میزان آلودگی اولیه کلنی‌ها

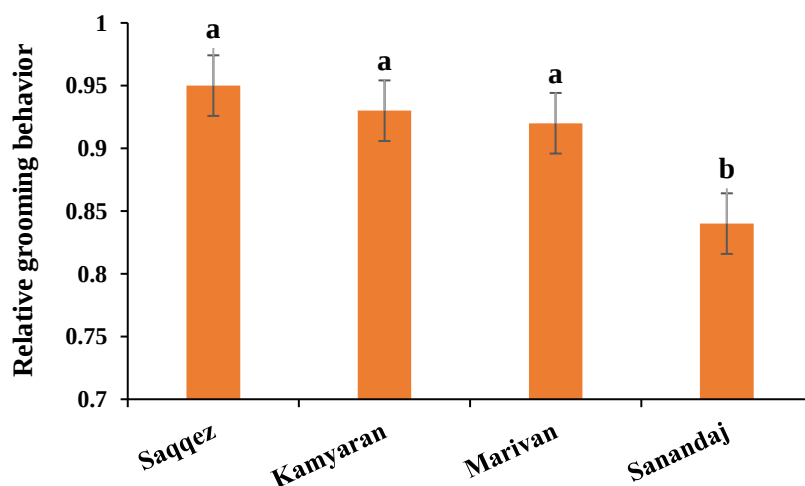
\*: Initial infestation level of the colonies



شکل ۳- مقایسه میانگین رفتار نظافت‌گری کلنی‌های زنبور عسل شهرستان‌های مورد مطالعه استان کردستان براساس آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد (Mean ± SE)

**Figure 3-** Mean comparison results of the grooming behavior of honey bee colonies in the studied cities of Kurdistan province based on Tukey test ( $p < 0.01$ ) (Mean ± SE)

میزان رفتار نظافت‌گری نسبی (نسبت کنه افتاده در کف کندو به آلودگی اولیه) در شکل (۴) ارائه شده است. نتایج نشان داد زنبورهای شهرستان سقز بالاترین نظافت‌گری نسبی (۰/۹۵) را داشتند ولی با زنبورهای دو شهرستان کامیاران (۰/۹۳) و مریوان (۰/۹۱) تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی با زنبورهای شهرستان سنندج (۰/۸۴) تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) بود. این یافته بیانگر وجود توانایی بالاتر زنبورهای کلنی‌های زنبور عسل شهرستان سقز در پاک‌سازی کنه است. اساساً، هر چه رفتار نظافت‌گری بیشتر باشد پاک‌سازی کنه بیشتر خواهد بود. این یافته‌ها حاکی از آن است که در برخی جمعیت‌های بومی، توانایی زنبورها برای شناسایی و حذف کنه‌ها به‌طور طبیعی تقویت شده است. این امر می‌تواند نتیجه انتخاب طبیعی در شرایط آلودگی شدید به کنه و فشار انتخابی محیط باشد. هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر Mansori *et al.* (2018)، Harbo & Hoopingarner, (1997) و Tsuruda *et al.* (2018) نیز نشان دادند که زنبورهایی که رفتار نظافت‌گری بیشتری دارند، به‌طور مؤثرتری می‌توانند بار آلودگی کنه را کاهش دهند و در برابر آن مقاومت بیشتری نشان دهند.



شکل ۴- مقایسه میانگین رفتار نظافت‌گری نسبی کلنی‌های زنبورعسل شهرستان‌های مورد مطالعه استان کردستان براساس آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد (Mean  $\pm$  SE)

**Figure 4-** Mean comparison results of the relative grooming behavior of honey bee colonies in the studied cities of Kurdistan province based on Tukey test ( $p < 0.01$ ) (Mean  $\pm$  SE)

## جمعیت نوزادان

در جدول (۲)، نتایج تجزیه کوواریانس صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج نشان داد اثر شهرستان بر صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل شهرستان‌های مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر زنبورستان داخل هر شهرستان و میزان آلودگی اولیه کلنی‌ها (متغیر همبسته) بر این صفت معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد نشان داد بیشترین میانگین صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه با میانگین ۲/۷۵ قاب جمعیت مربوط به کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سنندج و کمترین مقدار این صفت با میانگین ۱/۸ قاب جمعیت مربوط به کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سقز بود (شکل ۵). نتایج نشان داد شهرستان‌های مورد بررسی اگرچه تفاوت زیادی از لحاظ صفت جمعیت نوزادان نداشتند ولی کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سقز که بالاترین میانگین رفتار نظافت‌گری را داشتند، کمترین میانگین جمعیت نوزادان را دارا بودند. به نظر می‌رسد درگیری زنبورهای بالغ جهت دور کردن کنه‌ها از روی بدن خود و سایر زنبورها منجر به کاهش پرورش نوزاد در کلنی آنها شده است. مطالعات نشان داده است کلنی‌های زنبورعسل که سطح رفتار نظافت‌گری بالاتری دارند، معمولاً میزان پرورش نوزاد در آنها کمتر مشاهده می‌شود (Ibrahim and Spivak, 2006). این موضوع نتیجه چند مکانیسم زیستی هم‌زمان است. زنبورهای کارگر در این کلنی‌ها زمان و انرژی بیشتری را صرف شناسایی و حذف کنه از روی بدن خود و سایر زنبورها آلوده می‌کنند، بنابراین فرصت و منابع کمتری برای تغذیه و پرورش نوزادان سالم باقی می‌ماند. همچنین شواهدی از همبستگی ژنتیکی منفی میان ژن‌های مرتبط با رفتارهای بهداشتی و نظافت‌گری و ژن‌های مؤثر بر رشد سریع جمعیت گزارش شده است (Mondet et al., 2014) که این موضوع نیز کاهش پرورش نوزاد را توضیح می‌دهد. در نهایت، کاهش تراکم کنه‌واروآ در این کلنی‌ها ممکن است موجب تنظیم فیزیولوژیک متفاوت در تحریک تخم‌ریزی ملکه شود. مجموع این عوامل نشان می‌دهد که انتخاب برای رفتار نظافت‌گری هرچند سلامت کلنی را افزایش می‌دهد، اما اغلب با کاهش رشد نوزاد همراه است. همچنین، Mansori Zalati et al. (2018) رفتار نظافت-گری کلنی‌های زنبورهای عسل استان البرز مورد بررسی قرار دادند. هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر ارتباط مشخصی بین میزان جمعیت نوزادان و رفتار نظافت‌گری کلنی‌ها پیدا نکردند.

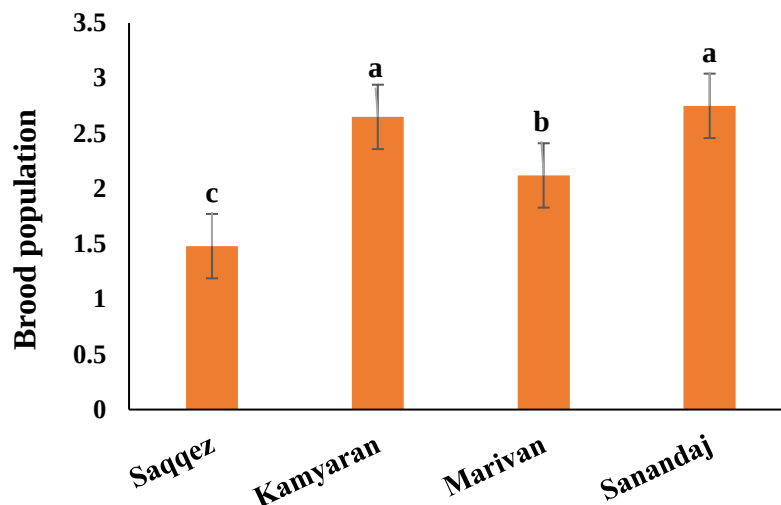
جدول ۲- تجزیه کوواریانس صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

**Table 2-** Covariance analysis of the brood population trait of the studied honey bee colonies

| منبع تغییرات              | درجه آزادی | میانگین مربعات  | آماره فشر | مقدار احتمال |
|---------------------------|------------|-----------------|-----------|--------------|
| Source of variations      | df         | Mean of Squares | F         | p-value      |
| شهرستان                   | 3          | 0.49            | 13.04     | 0.0001       |
| City                      |            |                 |           |              |
| زنبورستان درون هر شهرستان | 4          | 0.03            | 0.8       | 0.5299       |
| Apiary within each city   |            |                 |           |              |
| متغیر همبسته              | 1          | 0.053           | 1.42      | 0.2362       |
| Covariate*                |            |                 |           |              |
| خطا                       | 111        | 0.038           |           |              |
| error                     |            |                 |           |              |

\*: میزان آلودگی اولیه کلنی‌ها

\*: Initial infestation level of the colonies



شکل ۵- مقایسه میانگین صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل شهرستان‌های مورد مطالعه استان کردستان براساس آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد (Mean  $\pm$  SE)

Figure 5- Mean comparison results of the the brood population trait of honey bee colonies in the studied cities of Kurdistan province based on Tukey test ( $p < 0.01$ ) (Mean  $\pm$  SE)

### جمعیت زنبورهای بالغ

نتایج تجزیه کوواریانس صفت جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در جدول (۳) ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست آمده، اثر شهرستان و زنبورستان درون هر شهرستان روی صفت جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار بود ( $p < 0.01$ ) بود. اما، اثر میزان آلودگی اولیه کلنی‌ها (متغیر هم‌بسته) روی جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در شکل (۶) نشان داده شده است. نتایج نشان داد بیشترین میانگین صفت جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه با میانگین ۱۵/۷۱ قاب جمعیت مربوط به کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سنندج و کمترین مقدار این صفت با میانگین ۱۱/۳۷ قاب جمعیت مربوط به کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سقز بود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعه Guzmán-Novoa *et al.* (2010) که گزارش کردند کلنی‌هایی که جمعیت بیشتری دارند رفتار نظافتگری بیشتری نشان می‌دهند، همخوانی نداشت.

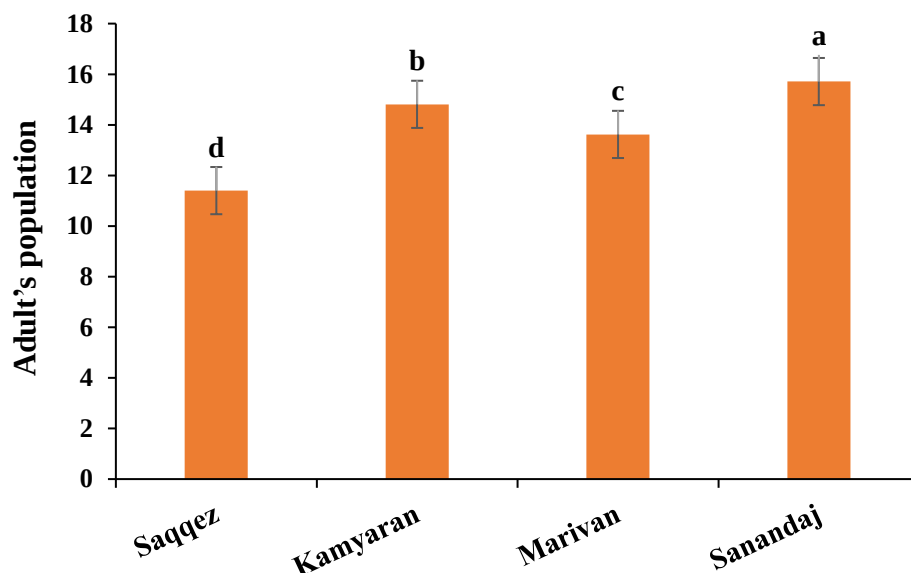
جدول ۳- تجزیه کوواریانس صفت جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

Table 3- Covariance analysis of the adult's population trait of the studied honey bee colonies

| منبع تغییرات              | درجه آزادی | میانگین مربعات  | F     | مقدار احتمال |
|---------------------------|------------|-----------------|-------|--------------|
| Source of variations      | df         | Mean of Squares |       | p-value      |
| شهرستان                   | 3          | 5.48            | 11.51 | 0.0001       |
| City                      |            |                 |       |              |
| زنبورستان درون هر شهرستان | 4          | 4.15            | 8.7   | 0.0001       |
| Apiary within each city   |            |                 |       |              |
| متغیر هم‌بسته             | 1          | 0.612           | 1.28  | 0.2598       |
| Covariate*                |            |                 |       |              |
| خطا                       | 111        | 0.48            |       |              |

\*: میزان آلودگی اولیه کلنی‌ها

\*: Initial infestation level of the colonies



شکل ۶- مقایسه میانگین صفت جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل شهرستان‌های مورد مطالعه استان کردستان براساس آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد (Mean  $\pm$  SE)

**Figure 6-** Mean comparison results of the the adult's population trait of honey bee colonies in the studied cities of Kurdistan province based on Tukey test ( $p < 0.01$ ) (Mean  $\pm$  SE)

### تولید عسل

در جدول (۴)، نتایج تجزیه کوواریانس صفت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج نشان داد اثر شهرستان بر صفت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل شهرستان‌های مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود ولی اثر زنبورستان داخل هر شهرستان و میزان آلودگی اولیه کلنی‌ها (متغیر همبسته) بر این صفت معنی دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد نشان داد بیشترین میانگین صفت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه با میانگین ۱۲/۲۱ کیلوگرم مربوط به کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سنندج و کمترین مقدار این صفت با میانگین ۸/۲ کیلوگرم مربوط به کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سقز بود (شکل ۷). یافته‌های این پژوهش نشان داد اثر شهرستان و زنبورستان روی صفت تولید عسل تأثیرگذار بود ولی اثر آلودگی اولیه کلنی‌ها روی این صفت معنی دار نبود. این یافته حاکی از آن است صفات عملکردی کلنی‌ها شامل جمعیت نوزادان، جمعیت بالغین و میزان تولید عسل الگوی متفاوتی نشان دادند. کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سنندج و کامیاران از نظر تولید عسل و جمعیت قوی‌تر بودند، اما رفتار نظافت‌گری پایین‌تری داشتند. در مقابل، کلنی‌های زنبورعسل شهرستان سقز و در رتبه

بعدی مریوان با وجود برخورداری از توان دفاعی بالا، از نظر تولید عسل و رشد جمعیت ضعیف‌تر عمل کردند. این یافته‌ها وجود یک trade-off میان صفات دفاعی (رفتار نظافت‌گری) و صفات تولیدی (عسل و جمعیت) را تأیید می‌کند. در واقع، تخصیص منابع متابولیکی و انرژی به فعالیت‌های دفاعی ممکن است باعث کاهش انرژی در دسترس برای فعالیت‌های رشد و تولید شود. چنین موازنه‌ای پیش‌تر در مطالعات اصلاح نژاد زنبورعسل و سایر حشرات اجتماعی نیز گزارش شده است (Harbo and Hoopingartner, 1997; Strauss *et al.*, 2015; Tsuruda *et al.*, 2016).

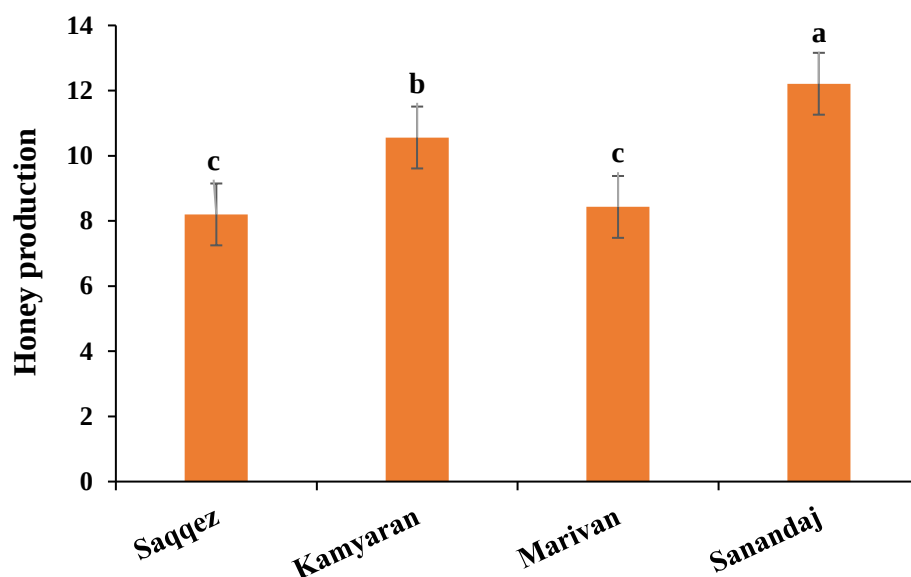
جدول ۴- تجزیه کواریانس صفت جمعیت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

Table 4- Covariance analysis of the honey production trait of the studied honey bee colonies

| منبع تغییرات              | درجه آزادی | میانگین مربعات  | F     | مقدار احتمال |
|---------------------------|------------|-----------------|-------|--------------|
| Source of variations      | df         | Mean of Squares |       | p-value      |
| شهرستان                   | 3          | 47.009          | 81.67 | 0.0001       |
| City                      |            |                 |       |              |
| زنبورستان درون هر شهرستان | 4          | 0.383           | 0.67  | 0.6162       |
| Apiary within each city   |            |                 |       |              |
| متغیر همبسته              | 1          | 0.284           | 0.49  | 0.4834       |
| Covariate*                |            |                 |       |              |
| خطا                       | 111        | 0.57            |       |              |
| error                     |            |                 |       |              |

\*: میزان آلودگی اولیه کلنی‌ها

\*: Initial infestation level of the colonies



شکل ۴- مقایسه میانگین صفت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل شهرستان‌های مورد مطالعه استان کردستان براساس آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد (Mean ± SE)

Figure 4- Mean comparison results of the the honey production trait of honey bee colonies in the studied cities of Kurdistan province based on Tukey test ( $p < 0.01$ ) (Mean ± SE)

## نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد رفتار نظافت‌گری به عنوان یکی از مهمترین مکانیزم‌های دفاعی زنبورعسل در مقابل بیماری‌ها و آفات، از جمله کنه واروا، در توده زنبورعسل بومی استان کردستان بیان می‌شود و سطح بروز این رفتار بین کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه متغیر بود. یافته‌های این مطالعه نشان داد اگرچه افزایش رفتار نظافت‌گری می‌تواند مقاومت کلنی را در برابر کنه واروا ارتقاء دهد، اما ممکن است با کاهش نسبی عملکرد تولیدی همراه باشد. این موضوع اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌های اصلاح نژاد زنبورعسل دارد؛ چراکه انتخاب صرف برای مقاومت به کنه می‌تواند کارایی تولیدی کلنی را تحت تأثیر منفی قرار دهد. بنابراین، راهبردهای اصلاحی باید به گونه‌ای طراحی شوند که ضمن تقویت توان دفاعی زنبورها، عملکرد تولیدی در سطح مطلوب حفظ شود. در این راستا، استفاده از روش‌های انتخاب متوازن (balanced selection) و نیز توجه به شرایط اقلیمی و اکولوژیک هر منطقه می‌تواند به بهبود همزمان مقاومت در برابر کنه واروا و افزایش صفات عملکردی در جمعیت‌های بومی کمک کند. در نتیجه، با توجه به یافته‌های این مطالعه، می‌توان استنباط کرد که کلنی‌های زنبورعسل استان کردستان از طریق رفتار نظافت‌گری توانایی دفاع در برابر کنه واروا را دارند و با اجرای برنامه‌های اصلاح نژادی می‌توان میزان این رفتار را در کلنی‌های این استان، همسو با صفات عملکردی، بهبود بخشید.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از همه مسئولین دانشگاه زنجان و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان که در کارهای اجرای این پژوهش نهایت همکاری را داشتند، تشکر و قدردانی دارند.

## References

1. Elmi, M., Shaddel, A., & Maheri, N. (2007). A study on the behavior of honey bee colonies in East Azerbaijan against *Varroa* mite. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 6(13): 61-68.
2. Bahreini, R. (2002). A study of hygienic behavior (grooming) in honey bee colonies of Karaj. *Research Journal of livestock science*, 50(32): 88-90.
3. Boecking, O., & Ritter, W. (1993). Grooming and removal behaviour of *Apis mellifera* intermissa in Tunisia against *Varroa jacobsoni*. *Journal of Apicultural Research*, 32(3-4): 127-134. <https://doi.org/10.1080/00218839.1993.11101297>
4. Spivak, M., & Reuter, G.S. (2004). Performance of hygienic honey bee colonies in a commercial apiary. *Apidologie*, 29: 291-302.
5. Boecking, O., & Spivak, M. (1999). Behavioral defenses of honey bee against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30, 141-158. <https://doi.org/10.1051/apido:19990205>
6. Coby, S. (2009). The new world carniolan program. *Journal of the Beekeepers Quarterly*, 2: 1-6
7. Christine Peng, Y.S.C., Fang, Y., Xu, S., Ge, L., & Nasr, M.E. (1987). Response of foster Asian honeybee (*Apis cerana* Fabr.) colonies to the brood of European honeybee (*Apis mellifera* L.) infested with parasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Invertebrate Pathology*, 49(3): 259-264.
8. 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>

9. 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>
10. Guzman-Novoa, E., Emsen, B., Unger, P., Espinosa-Montano, L.G., & Petukhova, T. (2012). Genotypic variability and relationships between mite infestation levels, mite damage, grooming intensity, and removal of *Varroa destructor* mites in selected strains of worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Invertebrate Pathology*, 110: 314–320.
11. Ibrahim, A., & Spivak, M. (2006). The relationship between hygienic behavior and suppression of mite reproduction as honey bee (*Apis mellifera*) mechanisms of resistance to *Varroa destructor*. *Apidologie*, 37: 31–40. <https://doi.org/10.1051/apido:2005052>
12. Kochanskig, J., Wilzer, K., & Feldlaufer, M. (2001). Comparison of the transfer of coumaphos from beeswax into syrup and honey. *Apidologie*, 32: 119-125. <https://doi.org/10.1051/apido:2001117>
13. Koosha, S. (1992). Investigating the possibility of natural resistance in honey bees against *Varroa* mite in Isfahan province. The 3<sup>rd</sup> of honey bee Research congress, 25 Jun 1992, Karaj, Iran.
14. Navajas, M., Migeon, A., Alaux, C., Martin-Magniette, M. L., Robinson, G. E., Evans, J.D., Cros-Arteil, S., Crauser, D., & Le Conte, Y. (2008). Differential gene expression of the honey bee *Apis mellifera* associated with *Varroa destructor* infection. *Journal of BMC Genomics*, 9 (1): 301. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-9-301>
15. Land B.B., & Seeley, T.D. (2004). The grooming invitation dance of the honey bee. *Ethology*, 110(1): 1-10. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0310.2003.00947.x>
16. Harbo, J. R., & Hoopingarner, D. A. (1997). Honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony performance and brood production in colonies treated with Apistan and Menthol. *Journal of Economic Entomology*, 90(2): 856-860.
17. 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>
18. Mortazavi, M. (2003). The effect of brood cell capping period and hygienic behavior of some honey bee colonies on their resistance to *Varroa* mite. M.Sc. thesis, University of Technology, 115 pages.
19. Mondet, F., de Miranda, J. R., Kretzschmar, A., Le Conte, Y., & Mercer, A. R. (2014). On the front line: Quantitative virus dynamics in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies along a new expansion front of the parasite *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 119: 147–154. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1004323>
20. Peng, Y., Fang, Y., Xu, S., & Ge, L. (1987). The resistance mechanism of the Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr. to an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Invertebrate Pathology*, 49(1): 54–60. [https://doi.org/10.1016/0022-2011\(87\)90125-X](https://doi.org/10.1016/0022-2011(87)90125-X)
21. Radakovic, M., Stevanovic, J., Djelic, N., Lakic, N., Knezevic-Vukcevic, J., Vukovic-Gacic, B., & Stanimirovic, Z. (2014). Evaluation of the DNA damaging effects of

- amitraz on human lymphocytes in the Comet assay. *Journal of Biosciences*, 38(1): 53-62. <https://doi.org/10.1007/s12038-012-9287-2>
22. Rahimi, A., Rashed, R., & Abdulla, B. (2026). Biological activity of some plant extracts on Varroa mite (*Varroa destructor*) and Iranian honeybee (*Apis mellifera meda*). *Journal of Agricultural Science and Technology*, (In Press)
  23. Rahimi, A., & Parichehreh, S. (2026). Hygienic behaviors in the Iranian honey bee (*Apis mellifera meda*): effects of location and season on its expression. *Sociobiology*, 73(1): e12295. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v73i1.12295>
  24. Rahimi, A., Bahmani, H.R., & Mahdavi, V. (2025). Acaricidal and insecticidal activity of plant extracts of *Ferola pseudalliacea*, *Smyrnopsis aucheri*, *Satureja sahendica* and *Prangos ferulacea* for the control of *Varroa* mite in honey bee colonies. *Research on Animal Production*, 16(1): 167-179. <https://doi.org/10.61186/rap.16.1.167>
  25. 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>
  26. Ramsey, S.D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J.D., Mowery, A., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J.M., Ellis, J.D., Hawthorne, D., & vanEngelsdorp, D. (2019). *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *PNAS Latest Articles*, 16(5): 1792-1801. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818371116>
  27. 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>
  28. Stanimirovic, z., Stevanovic, j., Milorad, m., & Velibor, S. (2008). Heritability of hygienic behavior in grey honey bees (*Apis mellifera carnica*). *Acta Veterinaria*, 58(5-6):593-601. <https://doi.org/10.2298/AVB0806593S>
  29. Sepehri, R., Tahmasbi, Gh. and Jalali, M. J. (2007). Estimating the number of sex alleles in honeybee colonies in central region of Iran and its relationship with stored pollen, colony population and honey yield. *Journal of science and technology of Agricultural and Natural Resources*. 11(41):321-332.
  30. Strauss, U., Prik, C.W.W., Crewe, R.M., & Human, H.(2015). Impact of *Varroa destructor* on honeybee (*Apis mellifera scutellata*) colony development in South Africa. *Experimental and Applied Acarology*, 49(1): 54-60.
  31. Tahmasbi, G., Ebadi, R., Baneh, H., Parichehreh, S., Babaei, M., Seyfie, A., & Sartippour, A. (2022). The variation trend of the functional traits of improved queens of Iranian honeybees (*Apis mellifera meda*) during four generations in different private apiaries. *Animal Production Research*, 11(1): 91-105. <https://doi.org/10.22124/AR.2022.15688.1534>.
  32. Tahmasbi, G., Hoseini, B., & Eskandari nasab, M. (2018). Evaluation of hygienic behaviors in Iranian honey bee (*Apis mellifera meda*) colonies and their relationship with infestation rate to *Varroa destructor* mite. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 41 (2): 89-101.
  33. 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>
  34. Tsuruda, J. M., Alcala-Escamilla, K., Amdam, G. V., & Hunt, G. J. (2016). Fine-scale linkage mapping reveals a small set of candidate genes influencing honey bee grooming

- behavior in response to Varroa mites. *Plos One*, 11(10): e0164726. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164726>.
35. Tu, S., Qiu, X., Cao, L., Han, R., Zhang, Y., & Liu, X. (2010). Expression and characterization of the chitinases from *Serratia marcescens*? GEI strain for the control of *Varroa destructor*, a honey bee parasite. *Journal of Invertebrate Pathology*, 104(2): 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2010.02.002>
36. Wallner, K. (1999). Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie*, 30(2): 235-248. <https://doi.org/10.1051/apido:19990212>
37. Yang, X., & Cox-Foster, D.L. (2005). Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: evidence for host immunosuppression and viral amplification. *Journal of Proceeding National Academy Sciences United States of American*, 102(11): 7470-7475.
38. 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>