



RESEARCH PAPER

OPEN ACCESS

Evaluation of the performance of improved Iranian honey bee queens "Aram" with native queens and their hybrids in the climatic conditions of Kurdistan province

Z. Torkmandi¹, R. Sepehri^{1*}, A. Rahimi², G. Tahmasbi³

1. Department of Animal Science, 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

3. Honey Bee Research Department, Animal Sciences Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

(Received: 06-11-2024 – Revised: 03-12-2024 – Accepted: 07-12-2024 – Available online: 28-03-2025)

Abstract

Introduction: Honey bees are vital to the economy of the people of Kurdistan Province, Iran. They produce honey and other hive products like royal jelly, wax, venom, and collect pollen and propolis. They also provide food security, create jobs in secondary industries, and prevent rural migration to cities. In addition to their significant role in pollination, they also increase the quantity and quality of agricultural products, develop and expand forests and pastures, preserve biodiversity, and increase income. Despite all these economic and social benefits, honeybee colonies and the beekeeping profession in Iran have been adversely affected by several adverse factors, one of the most important of which is the lack of access for beekeepers to improved, highly productive, and economical queens. The use of improved queens with desirable functional and behavioral traits is one of the most important factors of success in beekeeping. The current study was conducted to evaluate the performance of improved Iranian honey bee queens, "Aram", with native queens and their hybrids in three apiaries located in different climates of Kurdistan province during 2022-2023.

Materials and methods: The present study was conducted in the form of a factorial experiment (3×3) and based on a completely randomized design with nine treatments and five replications. The treatments included improved and mated queens (improved and mated queens in the central core of the Iranian honey bee breeding plan), hybrid queens (improved and mated queens in the apiaries of Kurdistan province), and native queens (as control). In total, the current study was carried out on 45 honey bee colonies. After the preparation of colonies in each apiary and the successful introduction of queens, the colonies were homogenized in terms of population (adults and brood) and honey storage according to standard instructions. In the present study, the traits of calmness behavior, swarming, homozygosity of sex alleles, population (adults and brood), and honey production were evaluated in the studied bee colonies in each apiary. Data analysis was conducted by SAS 9.4 software.

Results and discussion: Variance analysis results of calmness trait showed that the effect of treatment ($P<0.01$), queen ($P<0.01$), and the apiary ($P<0.05$) were significant on the calmness trait of the studied honey bee colonies. Based on the mean comparison results, the highest amount of this trait, with an average of 0.4 ± 0.12 related to the improved queens in the apiary located in the Saral region, and the lowest with an average of 1.7 ± 0.19 related to the native queens in the apiary located in the Genghis Ghalea village. Variance analysis results of swarming trait showed that the effect of treatment, apiary, queen, and the interaction effect of apiary × queen were significant on the swarming trait of the studied honey bee colonies ($P<0.01$). Based on the mean comparison results, the highest rate of swarming trait with an average of 20 queen cells is related to the native queens of apiary 2 (an

* Corresponding author: sepehri_r@znu.ac.ir



apiary located in the Qazalali village), and the lowest rate of this trait with an average of 0.2 queen cells is related to the improved queens of apiary 2 (an apiary located in the Qazalali village). Variance analysis results of homozygosity of sex alleles showed that the effect of treatment and the interaction effect of apiary $\times$ queen ($P<0.01$) and the effect of apiary and queen ($P<0.05$) were significant on homozygosity of sex alleles of honey bee colonies in the studied apiaries. Based on the mean comparison results, the highest and lowest homozygosity of sex alleles was related to the improved queens of the third apiary (the apiary located in the Saral area) and the hybrid queens of the second apiary (the apiary located in the Qazalali village), respectively. Variance analysis results of the adult population trait showed that the effect of treatment and queen ($P<0.01$), and the apiary and the interaction effects of queen $\times$ apiary ($P<0.05$) were significant on the adult population trait of the studied honey bee colonies. Based on the mean comparison results, the highest amount of adult population was observed in improved queens of apiary 3, and the lowest in native queens of apiary 3 (apiary located in the Saral region). Variance analysis results of brood population trait showed that the effect of treatment, apiary, queen, and the interaction effects of apiary $\times$ queen were significant on the brood population of the studied honey bee colonies ($P<0.01$). Based on the mean comparison results, the highest average of this trait was related to the improved queens in apiary 3 (the apiary located in the Saral area), and the lowest was related to the native queens of apiary 1 (the apiary located in the Genghis Ghalea village). Variance analysis results of the honey production trait showed that the effect of treatment, apiary, and queen was significant on the honey production trait of honey bee colonies of the studied apiaries ($P<0.01$). Based on the mean comparison results, the highest production of honey, with an average of 8.2 kg, is related to the improved queens of the second apiary (the apiary located in the Qazalali village), and the lowest, with an average of 3.4 kg, is related to the native queens of the third apiary (the apiary located in the Saral region).

Conclusions: Considering the superiority and significant improvements of the improved queens of the Iranian honey bee breeding plan in the majority of the traits studied in the current research, it can be concluded that breeding has been effective in improving the target traits. Also, it can be suggested to use improved queens of Iranian honey bees to increase the performance of honey bee colonies in the country.

Keywords: Honey bee, Apiary, Behavioral and functional traits, Improved queen, Native queen

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

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

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

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

Acknowledgment: The authors would like to thank the Sanandaj and Bijar Beekeepers' Cooperative and all officials of the Faculty of Agriculture, University of Zanjan, and the Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center for their utmost cooperation in carrying out this research.

How to cite this article:

Torkmandi, Z., Sepehri, R., Rahimi, A., & Tahmasbi, G. (2025). Evaluation of the performance of improved Iranian honey bee queens "Aram" with native queens and their hybrids in the climatic conditions of Kurdistan province. *Animal Production Research*, 14(1), 101-115. doi: 10.22124/ar.2025.28911.1864



مقاله پژوهشی

بررسی عملکرد ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل ایرانی "آرام" با ملکه‌های بومی و آمیخته‌های آنها در شرایط اقلیمی استان کردستان

زهره ترکمندی^۱، رحیمه سپهری^{۱*}، عطااله رحیمی^۲، غلامحسین طهماسبی^۳

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

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

۳- بخش تحقیقات زنبورعسل، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۶ - تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۷ - تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۴/۰۱/۰۸)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی عملکرد ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل ایرانی با ملکه‌های بومی و آمیخته‌های آنها در سه زنبورستان واقع در اقلیم‌های متفاوت استان کردستان طی سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۲ در قالب آزمایش فاکتوریل ۳×۳ و بر اساس طرح پایه کاملاً تصادفی با نه تیمار و پنج تکرار انجام شد. تیمارها شامل ملکه‌های زنبورعسل اصلاح شده و جفت خورده در هسته مرکزی طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی، ملکه‌های آمیخته و ملکه بومی بودند. بعد از آماده‌سازی کلنی‌ها در هر زنبورستان، معرفی موفقیت‌آمیز ملکه‌ها و سپس همسان‌سازی کلنی‌ها بعد از استقرار ملکه‌ها، صفات آرامش روی سطح قاب، بچه‌دهی، هموزیگوتی آلل‌های جنسی، جمعیت (بالغین و نوزادان) و تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در هر زنبورستان مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمار، ملکه، زنبورستان و آثار متقابل آنها روی همه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود ($P < 0/01$). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین میانگین صفات آرامش روی سطح قاب، بچه‌دهی، جمعیت بالغین و نوزادان مربوط به ملکه‌های اصلاح شده و کمترین آنها مربوط به ملکه‌های شاهد بود. همچنین، بیشترین میانگین صفات هموزیگوتی آلل‌های جنسی و تولید عسل به ترتیب مربوط به ملکه‌های بومی و ملکه‌های آمیخته بود. با عنایت به برتری و بهبودهای معنی‌دار ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل ایرانی در بیشتر صفات مورد مطالعه در پژوهش حاضر می‌توان استنباط کرد اصلاح نژاد در راستای بهبود صفات هدف موثر بوده و استفاده از ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل نژاد ایرانی در راستای افزایش عملکرد کلنی‌های زنبورعسل کشور توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: زنبورعسل، زنبورستان، صفات رفتاری و عملکردی، ملکه اصلاح شده، ملکه بومی

* نویسنده مسئول: sepehri_r@znu.ac.ir

مقدمه

زنبورعسل (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) در کنار نقش ممتاز و برجسته‌اش در امر گرده‌افشانی، افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی، توسعه و گسترده‌ی جنگل‌ها و مراتع، حفظ تنوع زیستی و زیاد شدن درآمد فرآورده‌های کندو مثل ژله‌روپال، موم، زهر و جمع‌آوری گرده و برهموم و همچنین تامین امنیت غذایی، ایجاد اشتغال در صنایع جانبی و ممانعت از مهاجرت روستائیان به شهرها، نقش حیاتی در اقتصاد کشور و مردمان استان کردستان ایفاء می‌کند (Rahimi and Parichehreh, 2024). با تولید عسل و سایر فرآورده‌های کندو مثل ژله‌روپال، موم، زهر و جمع‌آوری گرده و برهموم و همچنین تامین امنیت غذایی، ایجاد اشتغال در صنایع جانبی و ممانعت از مهاجرت روستائیان به شهرها، نقش حیاتی در اقتصاد کشور و مردمان استان کردستان ایفاء می‌کند (Rahimi et al., 2022, 2023b; Salehpor et al., 2023). با وجود تمام این مزایای اقتصادی و اجتماعی، کلنی‌های زنبورعسل و حرفه زنبورداری در ایران به‌طور نامطلوبی به‌وسیله یکسری عوامل نامطلوب تحت تاثیر واقع شده‌اند که یکی از مهمترین آنها، عدم دسترسی زنبورداران به ملکه‌های اصلاح شده، پر بازده و اقتصادی است (Rahimi et al., 2023a). با نگرش به اینکه ملکه زنبورعسل، مادر کلنی و به‌وجود آورنده کارگران کلنی است و بخشی مهمی از ویژگی‌های مهم کلنی و کارگران از جمله باروری، جمعیت، جمع‌آوری شهد و گرده، مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها، رفتار دفاعی، قابلیت بچه‌دهی، تولید موم و زمستان‌گذرانی از راه ملکه به کلنی و زنبورهای کارگر منتقل می‌شود، در نتیجه داشتن ملکه‌های مناسب در کلنی‌ها از رموز موفقیت زنبورداران و پیشرفت حرفه زنبورداری است. در حال حاضر، عدم دست‌یابی به ملکه‌های اصلاح شده و پر تولید برای زنبورداران به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های صنعت زنبورداری و زنبورداران ایران تبدیل شده است و عملکرد ضعیف ملکه‌های بومی و متناسب با آن، درآمد پایین این حرفه، باعث ترک موضع بسیاری از پرورش‌دهندگان زنبورعسل کشور و استان کردستان از این حوزه شده است.

زنبورعسل از جمله موجوداتی است که به‌شدت تحت تاثیر محیط پرورش خود قرار دارد. بروز صفات تولیدی، عملکردی، رفتاری و حتی صفات تولیدمثلی زنبورعسل به‌شدت تحت تاثیر شرایط محیطی و اقلیمی است. بنابراین، با توجه به وابستگی‌های بسیار زیاد زنبورعسل به محیط اطراف خود و نیز خصایص رفتاری و زیستی خاص زنبورعسل، مناسب‌ترین راهبرد اصلاح نژادی استفاده از

توده‌ها یا نژاد بومی همان منطقه و سعی برای بهبود خصوصیات عملکردی و رفتاری آن توده است (Tahmasebi et al., 2022). بر اساس نظر متخصصین زنبورعسل، ایران دارای یک نژاد بومی زنبورعسل با عنوان *Apis mellifera meda* Skorikov, 1929 است (Ruttner, 1988). با نگرش به مهم بودن این موضوع، طرح اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی در سال ۱۳۷۷ برای بهبود صفات عملکردی و تولیدمثلی و حفظ ذخایر ژنتیکی و نژاد بومی زنبورعسل ایرانی پیشنهاد شد و از سال ۱۳۷۷ تاکنون، این طرح جهت بهبود صفات عملکردی و رفتاری در منطقه مرکزی کشور در حال اجرا بوده و به نسل بیست و دوم رسیده است. در یک مطالعه، عملکرد ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل ایرانی نسل ششم و هفتم طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی با ملکه‌های بومی اصلاح نشده از لحاظ صفات تولید عسل و بچه‌دهی در شرایط اقلیمی استان البرز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که صفات تولید عسل و بچه‌دهی در ملکه‌های اصلاح شده از پیشرفت قابل قبولی برخوردار بوده و در هر دو نسل، کلنی‌های دارای ملکه اصلاح شده، عملکرد مطلوب‌تری نسبت به کلنی‌های شاهد نشان دادند (Tahmasebi et al., 2010). در پژوهش دیگری، عملکرد ملکه‌های اصلاح شده نسل چهاردهم تا هفدهم طرح کلان زنبورعسل ایرانی با ملکه‌های بومی در زنبورستان‌های بخش خصوصی کشور از لحاظ صفات بچه‌دهی، رفتار آرامش روی سطح قاب و رفتار تهاجمی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد کلنی‌های دارای ملکه‌های اصلاح شده به‌طور معنی‌داری از لحاظ صفات مورد مطالعه نسبت به کلنی‌های دارای ملکه‌های بومی برتر بودند (Tahmasebi et al., 2022). در مطالعه دیگری، عملکرد ملکه‌های اصلاح شده ایرانی نسل نوزدهم تا بیست و دوم در زنبورستان‌های بخش خصوصی استان البرز در کنار ملکه‌های بومی از لحاظ صفات آرامش، بچه‌دهی، جمعیت، تولید عسل و زمستان‌گذرانی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که ملکه‌های اصلاح شده از لحاظ همه صفات مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری برتر از ملکه‌های بومی بودند (Rezaei et al., 2023). همچنین، محققان لهستانی در یک طرح اصلاح نژادی بلندمدت، بعد از ۱۵ سال، کلنی‌های دارای ملکه‌های اصلاح شده نژاد زنبورعسل کارنیکا (*Apis mellifera carnica* Pollman, 1879) را به منطقه پومرانیا این کشور انتقال داده و آنها را

در محل استقرار مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند که صفت تولید عسل در کلنی‌های منطقه بعد از استفاده از ملکه‌های اصلاح شده، بهبود پیدا کرده است (Garcia *et al.*, 2020).

با توجه به گزارش وجود چند جمعیت یا توده مختلف زنبورعسل ایرانی در کشور (Tahmasebi, 1996; Rahimi *et al.*, 2017, 2018)، ضروری است ملکه‌های اصلاح شده طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی در مناطق و استان‌های مختلف کشور مورد ارزیابی قرار گیرند تا مشخص شود که آیا ملکه‌های اصلاح شده طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی، همان خصوصیات مطلوب و بهبود یافته در هسته مرکزی طرح را در مناطق مختلف کشور حفظ خواهند کرد یا نه؟ یا با توجه به وجود چند توده یا جمعیت مختلف زنبورعسل ایرانی در مناطق مختلف کشور، برنامه‌های اصلاح نژادی متناسب با همان توده‌ها یا جمعیت‌ها در مناطق با شرایط اکولوژیکی مشابه انجام شود. بنابراین، مطالعه حاضر به منظور ارزیابی و مقایسه عملکرد ملکه‌های اصلاح شده طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی با ملکه‌های زنبورعسل بومی و آمیخته‌های آنها در سه زنبورستان بخش خصوصی استان کردستان طی سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۲ به مرحله اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان/اجرای آزمایش: پژوهش حاضر طی بازه زمانی ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۲ در سه زنبورستان واقع در سه اقلیم متفاوت استان کردستان اجرا شد. زنبورستان اول در منطقه سارال شهرستان دیواندره و دو زنبورستان دیگر در روستاهای چنگیزقلعه و قزلعلی شهرستان بیجار واقع بودند که اطلاعات جغرافیایی آنها در جدول ۱ ارائه شده است. نحوه/اجرای آزمایش: در بهمن ماه سال ۱۴۰۱، هماهنگی‌های لازم با موسسه تحقیقات علوم دامی کشور برای تهیه ۱۵ ملکه اصلاح شده و جفت خورده در هسته مرکزی طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی و ۱۵ ملکه اصلاح شده

باکره نژاد زنبورعسل ایرانی انجام شد. قبل از تحویل گرفتن ملکه‌های اصلاح شده، در اردیبهشت ماه ۱۴۰۲ و در هر یک از زنبورستان‌های مورد مطالعه، ۱۵ کلنی انتخاب و ثبت مشخصات شدند. همزمان با آماده‌سازی کلنی‌ها در هر یک از زنبورستان‌های مورد مطالعه، پنج ملکه از کلنی‌های بومی پرورش داده شده و آماده شدند. چند روز قبل از تحویل گرفتن ملکه‌های اصلاح شده، کلنی‌های آزمایشی در هر زنبورستان، یتیم شدند. همزمان با تحویل گرفتن ملکه‌های اصلاح شده از موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، این ملکه‌ها به همراه ملکه‌های بومی پرورش داده شده به کلنی‌های یتیم در هر زنبورستان معرفی شدند. پس از معرفی و جفت‌گیری موفق ملکه‌ها و مشاهده یک قاب پشت و رو تخم‌ریزی به وسیله ملکه‌های معرفی شده، کلنی‌ها از لحاظ جمعیت نوزادان و بالغین بر اساس دستورالعمل Rahimi *et al.* (2023a) همسان‌سازی شدند. با توجه به وجود دو عامل تغییر گروه نژادی و زنبورستان (مناطق مختلف)، در مجموع، مطالعه حاضر روی ۴۵ کلنی زنبورعسل به صورت آزمایش فاکتوریل ۳×۳، دارای دو عامل (گروه نژادی و زنبورستان) و هر عامل در سه سطح، در قالب طرح کاملاً تصادفی با نه تیمار و پنج تکرار برای مقایسه برخی صفات عملکردی و رفتاری سه گروه نژادی ۱- کلنی‌های با ملکه‌های اصلاح شده سویه آرام (ملکه‌های اصلاح شده و جفت خورده در زنبورستان هسته مرکزی طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی)، ۲- کلنی‌های با ملکه‌های آمیخته (ملکه‌های اصلاح شده سویه آرام ولی جفت خورده در زنبورستان‌های بخش خصوصی استان کردستان) و ۳- کلنی‌های با ملکه‌های بومی به عنوان شاهد و در سه زنبورستان مختلف استان کردستان (در شهرستان‌های بیجار (دو مورد) و دیواندره (یک مورد)) انجام شد. در مطالعه حاضر، صفاتی نظیر همزیگوتی آلل‌های جنسی، آرامش روی سطح قاب، تولید عسل، جمعیت (زنبورهای بالغ و نوزادان) و بچه‌دهی در تیمارهای آزمایشی به شرح زیر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند:

جدول ۱- مختصات جغرافیایی زنبورستان‌های مورد مطالعه

Table 1. Geographical coordinates of studied apiaries

Apiary	City	Regin/ Village	Longitude	Latitude	Altitude
Apiary 1	Divandarreh	Saral	36° 10' 22.60	046° 17' 22.05	1775
Apiary 2	Bijar	Genghis Ghalea	35° 37' 36.87	046° 17' 18.38	1989
Apiary 3	Bijar	Qazalali	35° 21' 58.10	047° 06' 55.58	1962

برای ارزیابی هموزیگوتی آلل‌های جنسی، تعداد سلول‌های خالی (نرهای دیپلوئید) در قاب‌های تخم‌ریزی شده سرپسته نسلی (شفیره) در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه در هر زنبورستان شمارش شد (Sephrei *et al.*, 2007). روش کار به این صورت بود که در اوج تخم‌ریزی ملکه (اواسط خرداد ماه)، دو شان (ترجیحاً شان قهوه‌ای رنگ که ملکه تمایل بیشتری برای تخم‌ریزی روی آن دارد) به کلنی‌ها داده شد و سپس سه روز بعد، شان‌ها مورد بررسی قرار گرفتند که اطمینان از تخم‌ریزی ملکه در سطح شان کدگذاری شده حاصل شود. ۱۲ روز بعد، شان‌های کدگذاری شده از کلنی‌ها خارج شدند و با استفاده از شابلون طراحی شده (شکل ۱)، تعداد سلول‌های خالی داخل شابلون مورد شمارش قرار گرفت. این عمل در شش ناحیه در سطح هر شان (در هر طرف قاب سه ناحیه) انجام و میانگین اعداد ثبت شده برای هر شان در فرمول زیر قرار داده شد تا درصد هموزیگوتی آلل‌های جنسی برای هر شان به‌دست آید، سپس میانگین اعداد هر دو شان به‌عنوان درصد هموزیگوتی آلل‌های جنسی آن کندو ثبت شد.

$$N = \frac{100}{100 - S}$$

در این فرمول، n تعداد آلل‌های جنسی و S متوسط قدرت زیست نوزادان است که طی ارزیابی کلنی‌ها از راه شمارش سلول‌های نوزادان به‌دست می‌آید.

برای بررسی رفتار آرامش روی سطح قاب، با نگرش به رفتار زنبورهای کارگر زمانی که قاب از کندو خارج شد، امتیازی درخور با رفتار زنبورها به‌شرح زیر برای آن کندو ثبت شد (Tahmasebi *et al.*, 2017):

- ✓ در صورتی که در بازرسی کندو، بیشتر زنبورها از روی قاب پرواز کرده و قاب را رها کنند و زنبوران کارگر در روی قاب سریع حرکت کرده و جابجا شدند، امتیاز ۱ به آن کندو داده شد.
 - ✓ اگر در هنگام بازدید، شماری از زنبورهای کارگر از روی قاب پرواز کرده و مابقی روی قاب بودند و حرکات زنبورها روی قاب تقریباً سریع بود، امتیاز ۲ برای آن کندو ثبت شد.
 - ✓ اگر در موقع بررسی کلنی‌ها، حرکت زنبورها روی قاب آرام بود و بیشتر روی قاب بدون پرواز ماندند، امتیاز ۳ برای آن کندو در نظر گرفته شد.
 - ✓ اگر در زمان بازدید، حرکت زنبورها روی قاب خیلی ملایم و آرام بود و زنبورها روی قاب بدون پرواز باقی ماندند، امتیاز ۴ برای آن کندو ثبت شد.
- در طول سال، ارزیابی رفتار آرامش روی سطح قاب در دو نوبت بهار و تابستان ۱۴۰۲ انجام شد و میانگین نتایج آن برای هر کلنی به‌عنوان میانگین آن صفت ثبت شد.



Fig. 1. Evaluation of the percentage of homozygosity of sexual alleles in the studied honey bee colonies

شکل ۱- ارزیابی درصد هموزیگوتی آلل‌های جنسی در کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه

برای ارزیابی مقدار عسل تولیدی کلنی‌ها در فصل برداشت عسل در منطقه، 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 مستطیل 10×5 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 استفاده شد. در این روش، هر دسی‌متر مربع عسل در دو طرف قاب معادل 30.4 گرم عسل در نظر گرفته 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 شد. در پایان با مجموع عسل باقیمانده و برداشتی، کل عسل تولیدی هر کندو به دست آمده و برای آن کندو ثبت شد. برآورد این صفت روی تمام کلنی‌های مورد مطالعه در فصل برداشت عسل در منطقه انجام شد.

برای ارزیابی صفت بچه‌دهی، در طول دوره بچه‌دهی در چهار نوبت به فاصله هر نه روز یک‌بار، کلنی‌ها مورد بازدید قرار گرفتند و سلول‌های ملکه (شاخون) ساخته شده به وسیله زنبورهای کارگر را تخریب و تعداد آنها برای هر کلنی شمارش و ثبت شد. با توجه به اینکه کلنی‌های مورد مطالعه همگی در شرایط مدیریتی یکسان و ملکه‌های جوان هم‌سن مورد ارزیابی قرار گرفتند، در چنین شرایطی پتانسیل ژنتیکی کلنی‌ها برای تولید شاخون و بچه‌دهی نمایان شده و کلنی‌های با تمایل به بچه‌دهی بیشتر، تعداد شاخون بیشتری تولید می‌کنند.

پس از اندازه‌گیری و ارزیابی صفات و ثبت آنها در برنامه اکسل، نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کلوموگروف اسمیرنوف با استفاده از رویه univariate در نرم افزار آماری SAS 9.4 مورد آزمون قرار گرفت. پس از حصول اطمینان از نرمال بودن، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها به روش توکی با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

صفت آرامش روی سطح قاب: نتایج تجزیه واریانس صفت آرامش روی سطح قاب کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، اثر تیمار و گروه نژادی (ملکه) در سطح احتمال یک درصد و اثر زنبورستان در سطح احتمال پنج درصد روی صفت آرامش روی سطح قاب معنی‌دار بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین میزان این صفت با میانگین 4 ± 0.12 مربوط به ملکه‌های اصلاح شده زنبورستان واقع در منطقه سارال دیواندره و کمترین آن با میانگین 1.7 ± 0.19 مربوط به ملکه‌های بومی زنبورستان واقع در روستای جنگیزقلعه بود (شکل ۲). همان‌طور که از نتایج این صفت در سطح زنبورستان‌های مورد بررسی مشهود است، ملکه‌های اصلاح شده در هر سه زنبورستان مورد بررسی از آرامش سطح قاب بهتری برخوردار هستند. از این مطلب می‌توان استنباط کرد که اصلاح نژاد در راستای بهبود صفت آرامش روی سطح قاب موثر بوده و می‌توان به زنبورداران پیشنهاد نمود که برای تامین ملکه‌های مورد نیاز زنبورستان خود از ملکه‌های زنبورعسل اصلاح شده و جفت خورده در زنبورستان هسته مرکزی طرح استفاده کنند. طی یک مطالعه، میانگین صفت آرامش روی سطح قاب ملکه‌های اصلاح شده طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی

برای ارزیابی مقدار عسل تولیدی کلنی‌ها در فصل برداشت عسل در منطقه، 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 مستطیل 10×5 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 استفاده شد. در این روش، هر دسی‌متر مربع عسل در دو طرف قاب معادل 30.4 گرم عسل در نظر گرفته 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 شد. در پایان با مجموع عسل باقیمانده و برداشتی، کل عسل تولیدی هر کندو به دست آمده و برای آن کندو ثبت شد. برآورد این صفت روی تمام کلنی‌های مورد مطالعه در فصل برداشت عسل در منطقه انجام شد.

ارزیابی جمعیت زنبورهای بالغ طی اجرای پروژه در دو مرحله (نوبت اول در خرداد و نوبت دوم در شهریور) در سال ۱۴۰۲ انجام شد. تعیین جمعیت زنبورهای بالغ به صورت بصری انجام شد. شیوه این ارزیابی بدین ترتیب بود که در موقع بازرسی کندو، قابی که دو طرف آن پوشیده از زنبور بالغ بود، به عنوان یک قاب کامل زنبور لحاظ شده و در صورتی که زنبورهای بالغ، بخشی از قاب را پوشش داده بودند متناسب با جمعیت بالا، قسمتی از یک قاب به عنوان جمعیت زنبورهای بالغ در نظر گرفته شد. جمع جمعیت قاب‌ها به عنوان جمعیت کندو در نظر گرفته و ثبت شد (Rahimi et al., 2023a).

تعیین جمعیت نوزادان نیز در دو مرحله در ماه‌های خرداد و شهریور ۱۴۰۲ روی تمام کلنی‌ها انجام شد. برای بالا بردن دقت کار یک قاب خالی را که با سیم گالوانیزه به مربع‌های 5×5 سانتی‌متر تقسیم شده استفاده شد و سپس با انطباق قاب‌های کادربندی شده روی تک تک قاب‌های نوزادان هر کلنی، تعداد کادرهای نوزاد در هر قاب، شمارش شده و سطح پوشش نوزادان بر حسب سانتی‌متر مربع محاسبه شد (Salehpor et al., 2024).

(Paleolog, 1991). همچنین، پژوهشگران دیگری بعد از ۳۶ سال اصلاح نژاد روی نژاد زنبورعسل کارنیکا به این نتیجه رسیدند که اصلاح نژاد روی صفت آرامش روی سطح قاب موثر بوده و ملکه‌های اصلاح شده از آرامش روی سطح قاب مطلوب‌تری نسبت به ملکه‌های اصلاح نشده این نژاد برخوردار بودند (Gregor *et al.*, 2010).

صفت بچه‌دهی: نتایج تجزیه واریانس صفت بچه‌دهی کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، اثر تیمار، زنبورستان، ملکه و آثار متقابل زنبورستان × ملکه روی صفت بچه‌دهی معنی‌دار بود ($P < 0.01$). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین میزان بچه‌دهی با میانگین ۲۰ شاخون، مربوط به ملکه‌های بومی زنبورستان دو (زنبورستان واقع در روستای قزلعلی) و کمترین میزان این صفت با میانگین ۰/۲ شاخون مربوط به ملکه‌های اصلاح شده زنبورستان دو (زنبورستان واقع در روستای قزلعلی) بود (شکل ۳).

در شرایط اقلیمی استان قزوین، ۳/۸۷ و در ملکه‌های بومی این استان، ۳/۰۹ گزارش و بیان شد که بعد از سال‌ها اصلاح نژاد در این صفت در مقایسه با ملکه‌های بومی، پیشرفت قابل قبولی حاصل شده است (Mashayikhi, 2018). مقایسه ملکه‌های اصلاح شده طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی در نسل‌های ششم و هفتم با ملکه‌های شاهد در زنبورستان‌های بخش خصوصی نشان داد صفت آرامش روی سطح قاب از پیشرفت قابل قبولی برخوردار بوده و در هر دو سال مورد مطالعه، ملکه‌های اصلاح شده طرح برتر از ملکه‌های شاهد بودند (Tahmasebi *et al.*, 2010). محققین دیگری، کلنی‌های اصلاح شده نژادهای کارنیولان، ایتالیایی و هیبریدهای این دو نژاد را از لحاظ صفت آرامش روی سطح قاب با کلنی‌های شاهد (کلنی‌هایی با ملکه‌های بومی) مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند که کلنی‌های با ملکه‌های اصلاح شده نسبت به کلنی‌های شاهد از لحاظ صفت مذکور دارای برتری معنی‌دار بودند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفت آرامش روی سطح قاب کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه

Table 2. Variance analysis results of calmness trait of honey bee colonies in the studied apiaries

Source of variation	Df	Mean squares	P-value	R ²	CV
Treatment	8	4.15**	0.0001		
Apiary (A)	2	0.72*	0.023		
Queen (B)	2	15.37**	0.0001	0.84	14.46
Interaction (A×B)	4	0.24 ^{n.s}	0.25		
Error	36	0.175			

*: Significant at $P < 0.05$; **: Significant at $P < 0.01$; ^{n.s}: Not-Significant

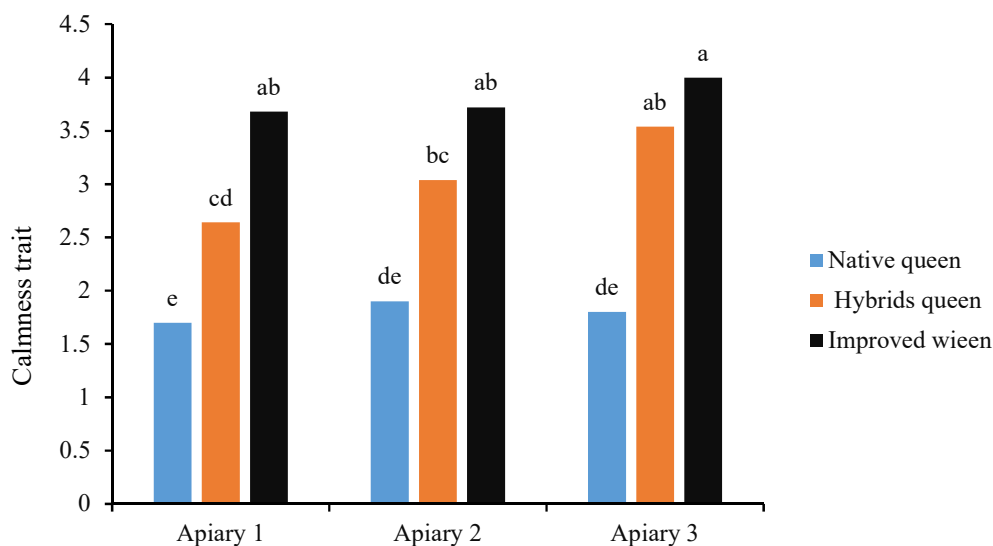


Fig. 2. Mean comparison of calmness trait of honey bee colonies in the studied apiaries (Mean ± SE)

شکل ۲- مقایسه میانگین صفت آرامش روی سطح قاب کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه (Mean ± SE)

صفت هموزیگوتی آلل‌های جنسی: نتایج تجزیه واریانس صفت هموزیگوتی آلل‌های جنسی در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، اثر تیمار و آثار متقابل زنبورستان $\times$ ملکه در سطح احتمال یک درصد و اثر زنبورستان و ملکه در سطح احتمال پنج درصد روی صفت هموزیگوتی آلل‌های جنسی کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین و کمترین میانگین هموزیگوتی آلل‌های جنسی به‌ترتیب مربوط به ملکه‌های اصلاح شده زنبورستان سه (زنبورستان واقع در منطقه سارال دیواندره) ($15/18 \pm 0/42$) و ملکه‌های آمیخته زنبورستان دوم (زنبورستان واقع در روستای قزلعلی) ($9/5 \pm 0/48$) بود (شکل ۴). در یک مطالعه، میانگین هموزیگوتی آلل‌های جنسی کلنی‌های زنبورعسل نسل سوم طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی برابر با $18/83$ درصد گزارش شد (Sepahri *et al.*, 2007).

طی یک برنامه اصلاح نژادی در اتیوپی، تمایل به بچه‌دهی در کلنی‌های اصلاح شده زنبورعسل نژاد *A. m. scutellate* Lepeletier, 1836 را بسیار پایین گزارش کردند، به‌طوری که در طول فصل پرورش ملکه، به‌طور میانگین فقط دو شاخون در کلنی‌های اصلاح شده مشاهده شد (Alemu *et al.*, 2014). مقایسه ملکه‌های اصلاح شده طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی در نسل‌های ششم و هفتم با ملکه‌های شاهد در زنبورستان‌های بخش خصوصی نشان داد که صفت بچه‌دهی از پیشرفت قابل قبولی برخوردار بوده و در هر دو سال مورد مطالعه، ملکه‌های اصلاح شده طرح، برتر از ملکه‌های شاهد بودند (Tahmasebi *et al.*, 2010). هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر، Rahimi *et al.* (2023a) و Mashayikhi (2018) نیز نتایج مشابه مطالعه حاضر را برای صفت بچه‌دهی در مقایسه ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل نژاد ایرانی با ملکه‌های بومی به‌ترتیب در زنبورستان‌های بخش خصوصی استان کردستان و قزوین گزارش کردند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفت بچه‌دهی کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه
Table 3. Variance analysis results of swarming trait of honey bee colonies in the studied apiaries

Source of variation	Df	Mean squares	P-value	R ²	CV
Treatment	8	350.3**	0.0001		
Apiary (A)	2	100.95**	0.0001		
Queen (B)	2	1124.57**	0.0001	0.92	36.7
Interaction (A $\times$ B)	4	87.82**	0.0001		
Error	36	5.99			

*: Significant at $P < 0.05$; **: Significant at $P < 0.01$

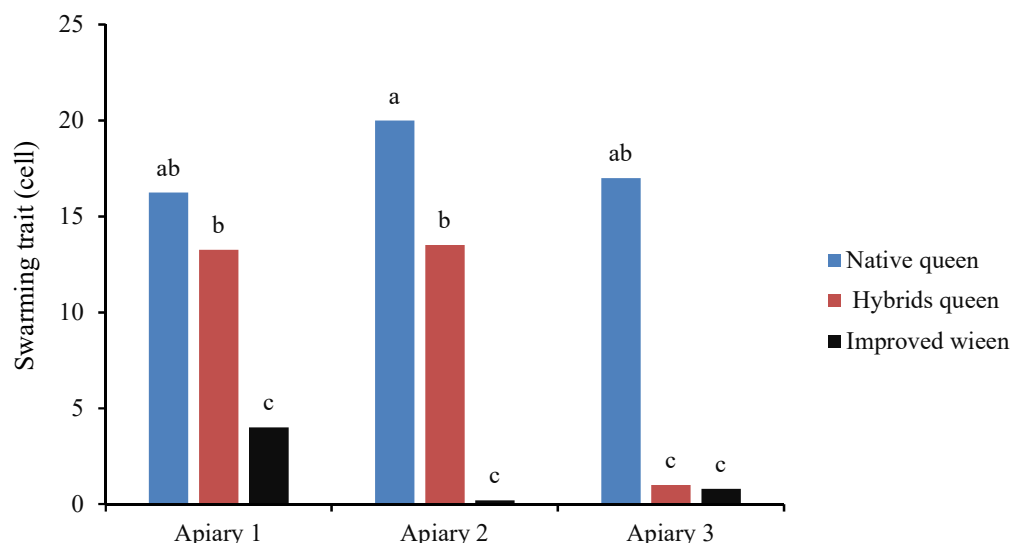


Fig. 3. Mean comparison of swarming trait of honey bee colonies in the studied apiaries (Mean $\pm$ SE)
شکل ۳- مقایسه میانگین صفت بچه‌دهی کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه (Mean $\pm$ SE)

اختلاف اندکی با درصد هموزیگوتی آلل‌های جنسی کلنی‌های زنبورعسل اصلاح نشده مناطق مختلف کشور دارد. با توجه به تلاقی‌های داخل جمعیت بسته طی چند سال اصلاح نژاد، این تغییرات قابل انتظار است.

جمعیت بالغین: نتایج تجزیه واریانس صفت جمعیت بالغین کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد اثر تیمار و ملکه در سطح احتمال یک درصد و اثر زنبورستان و آثار متقابل ملکه $\times$ زنبورستان در سطح احتمال پنج درصد روی صفت جمعیت بالغین کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین صفت جمعیت بالغین در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین میانگین جمعیت بالغین مربوط به ملکه‌های اصلاح شده زنبورستان سه و کمترین آن در ملکه‌های بومی زنبورستان سه (زنبورستان واقع در منطقه سارال دیواندره) مشاهده شد.

در مطالعه دیگری، متوسط آلل‌های جنسی در نسل هجدهم طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی، $20/08$ درصد گزارش شد (Zahedi *et al.*, 2024) در پژوهش دیگری، میانگین هموزیگوتی آلل‌های جنسی کلنی‌های بومی زنبورعسل استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل به ترتیب $12/8$ درصد و $12/86$ درصد (Farhangdost *et al.*, 2022) و میانگین هموزیگوتی آلل‌های جنسی کلنی‌های زنبورعسل بومی استان آذربایجان غربی، $12/7$ درصد و استان کردستان، $13/82$ درصد برآورد شد (Usefi *et al.*, 2021). همچنین، Rahimi *et al.* (2010) میانگین هموزیگوتی آلل‌های جنسی کلنی‌های زنبورعسل استان کردستان را $14/12$ درصد گزارش کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد درصد هموزیگوتی آلل‌های جنسی در توده زنبورعسل مورد بررسی از سال ابتدای آغاز طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی از $12/8$ به $15/8$ درصد (در ملکه‌های اصلاح شده آخرین نسل) افزایش اندکی یافته و

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفت هموزیگوتی آلل‌های جنسی کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه

Table 4. Variance analysis results of homozygosity of sex alleles trait of honey bee colonies in the studied apiaries

Source of variation	Df	Mean squares	P-value	R ²	CV
Treatment	8	16.62**	0.0001		
Apiary (A)	2	9.54*	0.03		
Queen (B)	2	10.56*	0.022	0.59	14.16
Interaction (A×B)	4	23.19**	0.0001		
Error	36	2.49			

*: Significant at $P<0.05$; **: Significant at $P<0.01$

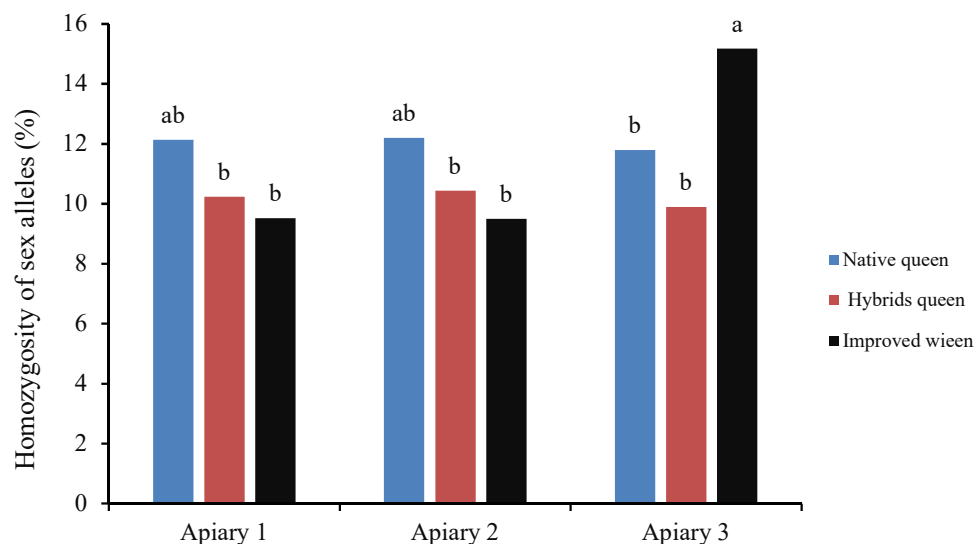


Fig. 4. Mean comparison of homozygosity of sex alleles trait of honey bee colonies in the studied apiaries (Mean $\pm$ SE)

شکل ۴- مقایسه میانگین صفت هموزیگوتی آلل جنسی کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه (Mean $\pm$ SE)

خصوصی استان خراسان شمالی و سمنان، نتایج مشابه مطالعه حاضر را برای این صفت گزارش کردند. جمعیت نوزادان: نتایج تجزیه واریانس صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان داد اثر تیمار، زنبورستان، ملکه و آثار متقابل زنبورستان $\times$ ملکه روی صفت جمعیت نوزادان معنی‌دار بود ($P < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین میانگین این صفت مربوط به ملکه‌های اصلاح شده در زنبورستان سه (زنبورستان واقع در منطقه سارال دیواندره) و کمترین آن مربوط به ملکه‌های بومی زنبورستان یک (زنبورستان واقع در روستای چنگیزقلعه) بود (شکل ۶). نتایج مشابه مطالعه حاضر برای این صفت هنگام ارزیابی ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل ایرانی در زنبورستان‌های بخش خصوصی در مناطق مختلف کشور به‌وسیله سایر محققان نیز گزارش شد (Tahmasebi *et al.*, 2017; Mashayikhi, 2018; Rahimi *et al.*, 2023a; Karimi, 2023; Rezaei *et al.*, 2023; Tahmasebi, 2023a, b).

در یک مطالعه، کلنی‌های دارای ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل ایرانی با کلنی‌های دارای ملکه‌های بومی در زنبورستان‌های بخش خصوصی استان البرز در سال ۱۳۹۶ مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که علی‌رغم برتری ملکه‌های اصلاح شده از لحاظ صفت جمعیت بالغین، تفاوت معنی‌داری بین این دو گروه مشاهده نشد (Tahmasebi *et al.*, 2017). نتایج مطالعه دیگری که در زنبورستان‌های بخش خصوصی استان قزوین انجام شد حاکی از برتری معنی‌دار کلنی‌های حاصل از طرح اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی نسبت به کلنی‌های شاهد از لحاظ صفت جمعیت بالغین بود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد (Mashayikhi, 2018). همچنین، Rahimi *et al.* (2023a) در مقایسه ملکه‌های اصلاح شده با ملکه‌های بومی در زنبورستان‌های بخش خصوصی استان کردستان، Karimi (2023) در زنبورستان‌های بخش خصوصی استان فارس، Tahmasebi, (2023a, b) در زنبورستان‌های بخش

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس صفت جمعیت بالغین کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه

Table 5. Variance analysis results of adult's population trait of honey bee colonies in the studied apiaries

Source of variation	Df	Mean squares	P-value	R ²	CV
Treatment	8	11.66**	0.0001		
Apiary (A)	2	2.92*	0.18		
Queen (B)	2	28.68**	0.0001	0.79	12.16
Interaction (A×B)	4	7.51*	0.042		
Error	36	1.64			

*: Significant at $P < 0.05$; **: Significant at $P < 0.01$

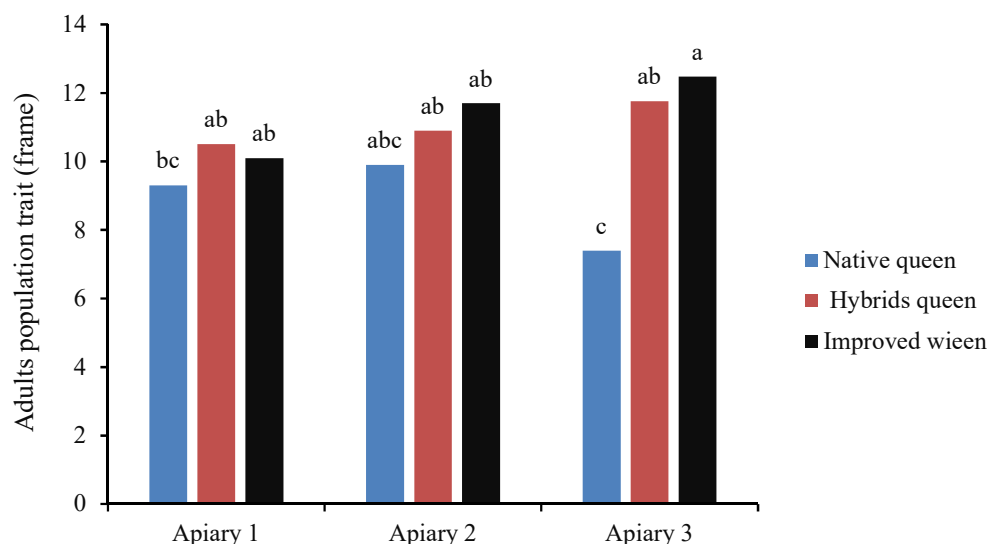


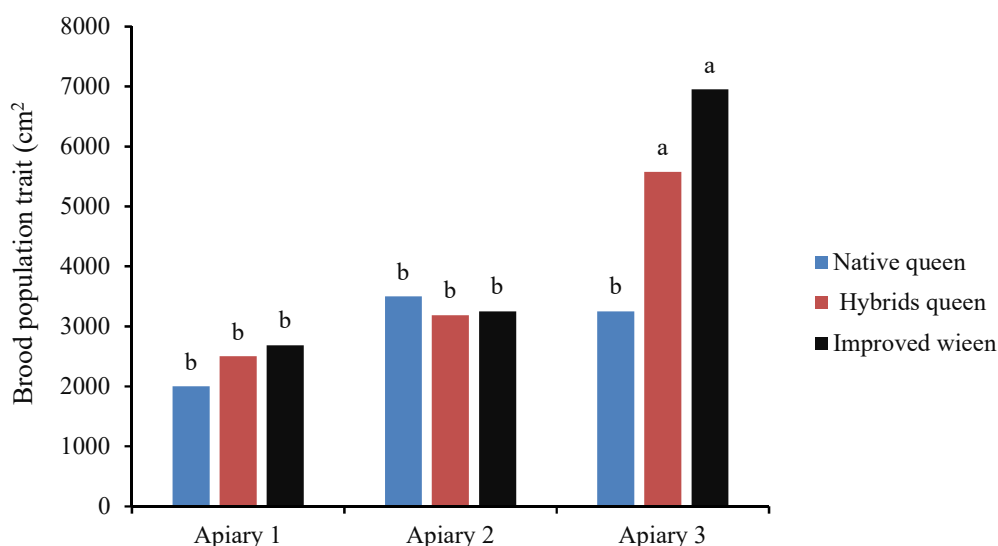
Fig. 5. Mean comparison of adult's population trait of honey bee colonies in the studied apiaries (Mean $\pm$ SE)

شکل ۵- مقایسه میانگین صفت جمعیت بالغین کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه (Mean $\pm$ SE)

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه

Table 6. Variance analysis results of brood population trait of honey bee colonies in the studied apiaries

Source of variation	Df	Mean squares	P-value	R ²	CV
Treatment	8	5254.2**	0.0001		
Apiary (A)	2	4851.51**	0.001		
Queen (B)	2	6950.01**	0.0005	0.78	24.08
Interaction (A×B)	4	5748.2**	0.0002		
Error	36	5815.02			

**: Significant at $P < 0.01$ Fig. 6. Mean comparison of brood population trait of honey bee colonies in the studied apiaries (Mean $\pm$ SE)
شکل ۶- مقایسه میانگین صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه (Mean $\pm$ SE)

این صفت بین سه گروه، تفاوت معنی‌دار وجود دارد. کلنی‌های دارای ملکه کارنیولان دارای تولید عسل بالاتری نسبت به دو گروه دیگر بوده و با میانگین تولید معادل ۱۴/۳۵ کیلوگرم در سال در گروهی مجزا قرار گرفتند. زنبورعسل اصلاح شده ایرانی با میانگین تولید برابر با ۱۱/۱۵ کیلوگرم و کلنی‌های شاهد با میانگین تولید عسل معادل ۸/۸۲ کیلوگرم در یک گروه قرار گرفتند (Tahmasebi *et al.*, 2010). در پژوهشی دیگر، عملکرد کلنی‌های طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی در لایه سوم با ملکه‌های شاهد از نظر تولید عسل در زنبورستان‌های بخش خصوصی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که علیرغم برتری نسبی ملکه‌های اصلاح شده لایه سوم طرح نسبت به ملکه‌های شاهد در زنبورستان‌های بخش خصوصی، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد. اما، در مقایسه عملکرد ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل ایرانی در شرایط اقلیمی استان کردستان

تولید عسل: نتایج تجزیه واریانس صفت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج نشان داد اثر تیمار، زنبورستان و ملکه روی صفت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه معنی‌دار بود ($P < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین تولید عسل با میانگین برابر با ۸/۲ کیلوگرم مربوط به ملکه‌های اصلاح شده زنبورستان دوم (زنبورستان واقع در روستای قزلعلی) و کمترین آن با میانگین برابر با ۳/۴ کیلوگرم مربوط به ملکه‌های بومی زنبورستان سه (زنبورستان واقع در منطقه سارال دیواندره) بود. این نتایج، برتری و بهبود معنی‌دار صفت تولید عسل ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل ایرانی را در مقایسه با زنبورهای بومی نشان می‌دهد. در یک مطالعه، عملکرد ملکه‌های نژاد کارنیولان، ملکه‌های اصلاح شده نژاد ایرانی و ملکه‌های بومی اصلاح نشده ایرانی از لحاظ صفت تولید عسل مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که از لحاظ

ایرانی در راستای بهبود صفات هدف مؤثر بوده و استفاده از ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل ایرانی در بالا بردن عملکرد کلنی‌های زنبورعسل کشور و حفظ یکی از ذخایر ژنتیکی ارزشمند کشورمان ضروری است و توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از تعاونی زنبورداران شهرستان سنندج و بیجار و همه مسئولین دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان که در اجرای این پژوهش نهایت همکاری را داشتند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

(Karimi, 2023a), در استان فارس (Rahimi *et al.*, 2023a), در استان‌های خراسان شمالی و سمنان (2023), و در استان البرز (Rezaei *et al.*, 2023a, b), نتایج مشابه مطالعه حاضر برای این صفت گزارش شد.

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های این پژوهش و نتایج تحقیقات قبلی در مورد مقایسه عملکرد ملکه‌های اصلاح شده طرح کلان اصلاح نژاد زنبورعسل ایرانی با ملکه‌های بومی اصلاح نشده در زنبورستان‌های بخش خصوصی مناطق مختلف کشور نشان‌دهنده این مطلب است که اصلاح نژاد زنبورعسل

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس صفت جمعیت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه

Table 7. Variance analysis results of honey production trait of honey bee colonies in the studied apiaries

Source of variation	Df	Mean squares	P-value	R ²	CV
Treatment	8	10.52**	0.0001		
Apiary (A)	2	11.81**	0.0009		
Queen (B)	2	23.52**	0.0001	0.78	23.98
Interaction (A×B)	4	3.37 ^{n.s}	0.064		
Error	36	1.38			

*: Significant at $P < 0.05$; **: Significant at $P < 0.01$; n.s: Not-Significant

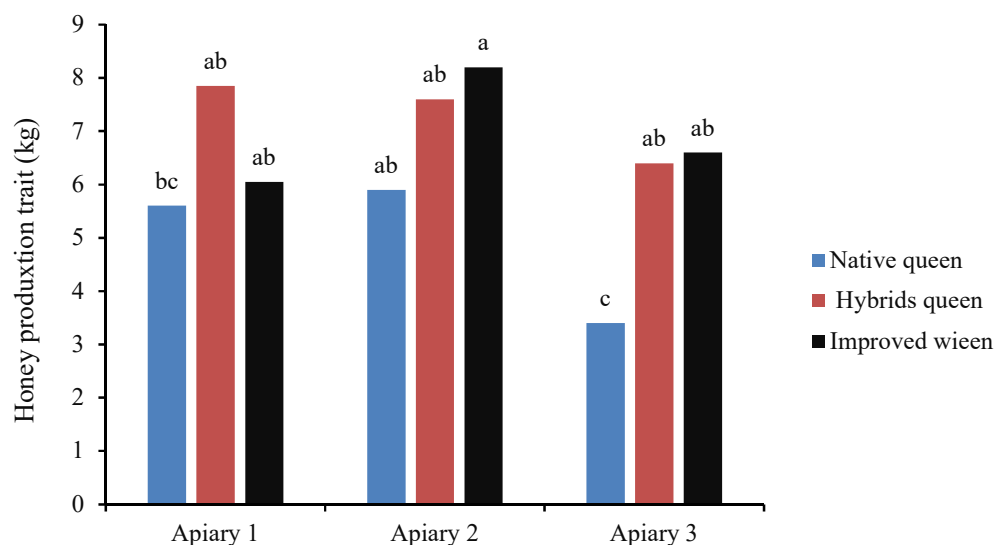


Fig. 7. Mean comparison of honey production trait of honey bee colonies in the studied apiaries (Mean ± SE)

شکل ۷- مقایسه میانگین صفت جمعیت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل زنبورستان‌های مورد مطالعه (Mean ± SE)

فهرست منابع

- Alemu, T., Legesse, G., & Ararso, Z. (2014). Performance evaluation of honeybee (*Apis mellifera scutellata*) in Guji Zone. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 9(5), 2028-9324.
- Farhangdost, A., Ghafari, M., Rahimi, A., & Hashemi, A. (1400). Evaluation of sex alleles Homozigosity and study on their relationships with number of sex alleles, honey production and adult's population of honeybee colonies (*Apis mellifera meda*) in East Azerbaijan and Ardebil provinces. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)*, 35(2), 124-135. [In Persian]
- Garcia, R., Oliveira, R., Camargo, S., Pires, B., Oliveira, O., & Teixeira, R. (2011). Honey and propolis production, hygiene and defense behaviors of two generations of Africanized honey bees. *Scientia Agricola*, 70(2), 74-81.
- Gregorc, A., Lokar, V., & Camargo, S. (2010). Selection criteria in an apiary of carniolon honey bee (*Apis mellifera carnica*) colonies for queen rearing. *Journal of Central European Agriculture*, 11(4), 401-408.
- Karimi, A. (2023). Evaluation of the performance of improved honey bee queens in private apiaries (third layer) in Fars province. Research Project, Animal Science Research Institute of IRAN (ASRI). P. 47. [In Persian]
- Meshaikh, N. (2018). Evaluation of the performance of modified honey bee queens in private apiaries (third layer) in Qazvin province. Research Project, Animal Science Research Institute of IRAN (ASRI). P. 43 [In Persian]
- Paleolog, J. (1999). Studies of the factors influencing results of the productivity field test in different honeybee queens. *Annales University Marine Curie Sklodowska Sectio Cootechnica*, 17, 295-302.
- Rahimi, A., & Parichehreh, S. (2024). Evaluation and introduction of a new plant-based formulation to control *Varroa* mite (*Varroa destructor*) in honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Journal of Entomological Society of Iran*, 44(4), 417-428. doi: 10.61186/jesi.44.4.5
- Rahimi, A., Tahmasebi, G., Bahmani, H. R., Salehi, S., Zare, B., Parsanaseb, A., & Rokhzad, B. (2023a). Comparative evaluation of performance for improved Iranian honey bee queens (*Apis mellifera meda* Skorikov 1929) in the climate conditions of Kurdistan province. *Research on Animal Production*, 39, 102-111. doi: 10.61186/rap.14.39.102 [In Persian]
- Rahimi, A., Mirmoayedi, A., Kahrizi, D., Zarei, L., & Jamali, J. (2023b). Genetic characterization of Iranian honeybees, *Apis mellifera meda* Skorikow, 1829, based on microsatellite DNA polymorphism. *Biochemical Genetics*, 61(2), 1-25. doi: 10.1007/s10528-023-10368-y
- Rahimi, A., Kahrizi, D., Mirmoayedi, A., Zarei, L., & Jamali, S. (2022). Molecular genetic diversity and population structure of Iranian honey bee (*Apis mellifera meda*) populations: Implications for breeding and conservation. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(2), 1331-1342. doi: 10.1007/s41348-022-00657-w
- Rahimi, A., Mirmoayedi, A., Kahrizi, D., Zarei, L., & Jamali, S. (2018). Genetic Variation in Iranian Honeybees, *Apis mellifera meda* Skorikow, 1829, (Hymenoptera: Apidae) Inferred from RFLP Analysis of two mtDNA Regions (COI and 16S rDNA). *Sociobiology*, 65, 482-490. doi: 10.13102/sociobiology.v65i3.2876.
- Rahimi, A., Mirmoayedi, A., Kahrizi, D., Zarei, L., & Jamali, S. (2017). Morphological diversity and phylogenetic relationships Study of Iranian subspecies honey bee (*Apis mellifera meda*) populations via morphological characteristics. *Sociobiology*, 64, 33-41. doi: 10.13102/sociobiology.v64i1.1179.
- Rahimi, A., Asadi, M., & Nabati, K. (2010). Sex alleles homozygosity percent of honey bee colonies (*Apis mellifera meda*) (Hymenoptera: Apidae) in Kurdistan province (West of Iran). *Nature Montenegro*, 10, 183-185.
- Rezaei, H., Tahmasabi, G., Tajabadi, N., Parichereh, S., Baneh, H., Sayfi, A., Sartippor, A., Mashayikhi, N., & Nejad Mohammad Namaghi, A. (2022). Evaluating the performance of modified queens of the macro plan in the private apiaries of Alborz province. *Iranian Honey Bee Science and Technology*, 13(25), 15-31. doi: 10.22034/hbsj.2023.129652
- Ruttner, F. (1988). Biogeography and taxonomy of honey bees. Springer-Verlag. Berlin., Germany.
- Salehpour, F., Ghafari, M., Rahimi, A., & Mokhbar, M. (2023). Effect of vitamins thiamine and riboflavin on population growth, functional traits, and body fat and protein reserves in Iranian honey bee (*Apis mellifera meda*) colonies. *Animal Production Research*, 13(2), 87-98. doi: 10.22124/ar.2024.26114.1803 [In Persian]
- Sepehri, R., Tahmasbi, G., & Jalali Zanoz, M. (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. *Journal of Water and Soil Science*, 11(41), 321-332. doi: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.26.8
- Tahmasebi, G. (1996). Morphological and biochemical study of honey bee populations in Iran. Ph.D. Dissertation, Tarbiat Modares University, Tehran. [In Persian]
- Tahmasabi, G., Kamali, M., Ebadi, R., Nejatjavarami, A., Javahri, D., Babaei, M., Jamshidi, M., Akif, M. & Tajabadi, N. (2010). Comparison of modified queens in the central region of Iran with control queens in

- different apiaries of Tehran, Markazi, Qazvin and Isfahan provinces. *Journal of Livestock Science*, 1, 31-39. [In Persian]
- Tahmasbi, G., Kamali, M., Ebadi, R., Nejatijavarami, A., Javahri, D., Babaei, M., Jamshidi, M., Akif, M. & Tajabadi, N. (2010). Comparison of modified queens in the central region of Iran with control queens in different apiaries of Tehran, Markazi, Qazvin and Isfahan provinces. *Animal Science Journal*, 1, 31-39. [In Persian]
- Tahmasbi, G. (2023a). Evaluation of the performance of modified honey bee queens in private apiaries (third layer) in Semnan province. Research Project, Animal Science Research Institute of IRAN (ASRI). P. 49. [In Persian]
- Tahmasbi, G. (2023b). Evaluation of the performance of modified honey bee queens in private apiaries (third layer) in North Khorasan province. Research Project, Animal Science Research Institute of IRAN (ASRI). P. 47. [In Persian]
- Tahmasbi, G., Babaei, M., Tajabadi, N., Saifi, A., Meshayekhi, N. & Rezazadeh, H. (2016). The performance of improved honey bee colonies obtained from the thirteenth generation of Iranian queens and control colonies in different apiaries of Iran. *Journal of Animal Production*, 19(4), 729-750. [In Persian]
- Tahmasbi, G., Kamali, M., Ebadi, R., Babaei, M., Rezaei, M., Javahri, D., & Sotoudeh, J. (2017). Evaluation of production and behavioral characteristics of modified Iranian honey bee colonies *Apis mellifera meda* and its comparison with control colonies and *Apis mellifera carnica* under Iranian conditions. *Iranian Honey Bee Science and Technology*, 1, 10-15. [In Persian]
- 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. doi: 10.22124/AR.2022.15688.1534 [In Persian]
- Usefi, J., Mokhber, M., Hashemi, A., & Rahimi, A. (2021). Homozygosity of Sex Determination Locus and Its Correlation with Population and Honey Production of Honeybee (*Apis mellifera meda*) Populations in West - Azerbaijan and Kurdistan Provinces. *Research on Animal Production*, 12(32), 131-139. doi: 10.52547/rap.12.32.131
- Yarahamdi, S., Mirai, S., Ashtiani, A., Ebadi, R., & Tahmasebi, G. (2001). Phenotypic correlation between nine morphological traits and three production traits in the population of honey bees in Tehran province. *Agricultural Sciences and Techniques and Natural Resources*, 5(2), 157-168. [In Persian]