Vol 28, No. 3, Autumn 2026

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

Evaluation of the economic performance of three honeybee breeds under stationary and migratory management systems

Mahdi Akhavan Moghaddam[1] | Mohammad Moradi Shahrbabak[2]✉ | Seyed Reza Miraei-Ashtiani[3] | Ali Sadeghi-Sefidmazgi[4]

1. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: akhavanmm@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: moradim@ut.ac.ir
3. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: ashtiani@ut.ac.ir
4. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: sadeghism@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 27 November 2025
Received in revised form
12 August 2026
Accepted 13 August 2026
Published online 23 September 2026

Keywords:
Beekeeping management
Economic analysis
Honey bee
Honey yield
multi-product system

ABSTRACT

Objective: Honey bees contribute not only to pollination of numerous agricultural, horticultural, and wild plants, but also to food security and livelihoods of rural families in Iran through the production of honey and other bee products. Productive and economic efficiency of beekeeping is highly influenced biological factors (breed) and management factors (stationary and migratory management systems), but the performance evaluation of different honey bee breeds commonly used in the country under two different management systems (stationary and migratory) has been overlooked. The objective of this study is to evaluate the productive and economic performance of three common honey bee breeds (native, Carnica, and Ligustica) under two management systems (stationary and migratory) in Iran.

Method: This was a field study with a questionnaire conducted in the fall and winter of 2024 with 595 beekeepers, with 249 apiaries of pure honey bee breeds after data screening. Variables included honey yield, feed intake, winter losses, labor wage, transportation, and queen replacement costs, income from honey, and by-products per colony per year and calculated profit and revenue-to-cost ratio per colony. Statistical analyses were performed using the Mixed procedure, correlation coefficients among some variables were estimated, and mean comparisons were conducted using Tukey-Kramer method and, in some cases, simulation-based approaches.

Results: There was a significant effect of queen genotype on honey production ($P<0.05$), imported queens produced more honey than native queens, and no significant difference was observed between the imported breeds,; however, when honey was the only product of the apiary, in the economic analysis, the Carnica colonies had a higher revenue-to-cost ratio than Ligustica. Management type (stationary or migratory) did not have a significant effect on honey yield by itself. Overall, multi-product beekeepers had higher net profit and revenue-to-cost ratio compared to single-product beekeepers. Additionally, migratory beekeepers obtained greater returns relative to their investment compared to stationary beekeepers. Feed and labor wages were the two largest cost components. These results suggest that decision-making should not be based on colony performance alone, but economic returns should also be considered.

Conclusions: Genetically improved breeds and product diversity can be effective in improving the productivity and profitability of beekeeping in Iran. While migratory management alone did not increase honey production, it did impact the cost structure. This study can help improve the production structure, optimize management, and develop markets for by-products in the country's beekeeping sector.

Cite this article: Akhavan Moghaddam, M., Moradi Shahrbabak, M., Miraei-Ashtiani, S. R., & Sadeghi-Sefidmazgi, A. (2026). Evaluation of the economic performance of three honeybee breeds under stationary and migratory management systems. *Journal of Animal Production*, 28 (3), 289-305. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2026.407149.623884

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2026.407149.623884

دوره بیست و هشتم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۵

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

ارزیابی عملکرد اقتصادی سه نژاد زنبورعسل تحت شرایط مدیریت ایستا و کوچ‌رو

مهدی اخوان مقدم[۱] | محمد مرادی شهربابک[۲]✉ | سیدرضا میرائی آشتیانی[۳] | علی صادقی سفیدمزگی[۴]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: akhavanmm@ut.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: moradim@ut.ac.ir
۳. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: ashtiani@ut.ac.ir
۴. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: sadeghism@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۵/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۲۲
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:
تحلیل اقتصادی
چندمحصولی
زنبورعسل
عملکرد عسل
مدیریت زنبورداری

چکیده

مقدمه: زنبورعسل علاوه بر ایفای نقشی مهم در گرده‌افشانی بسیاری از گیاهان زراعی، باغی و مرتعی با تولید عسل و دیگر فرآورده‌های آن، نقش مهمی در ارتقای امنیت غذایی و معیشت خانوارهای روستایی ایران دارد. عوامل زیستی (مانند نژاد) و مدیریتی (از جمله شیوه مدیریت ایستا یا کوچ‌رو) تأثیر قابل‌توجهی بر بهره‌وری و کارایی اقتصادی زنبورداری دارند. با وجود این، مقایسه عملکرد نژادهای متداول در کشور در دو نظام مدیریتی متفاوت (ایستا یا کوچ‌رو) کم‌تر موردتوجه قرار گرفته است.

هدف: هدف این مطالعه، ارزیابی عملکرد تولیدی و اقتصادی سه نژاد رایج زنبورعسل (بومی، کارنیکا، لیگوستیکا) تحت دو نظام مدیریتی ایستا و کوچ‌رو در ایران است.

روش پژوهش: این پژوهش به‌صورت میدانی و با استفاده از ابزار پرسشنامه در فصل‌های پاییز و زمستان ۱۴۰۳ انجام شد و اطلاعات ۵۹۵ زنبوردار جمع‌آوری گردید. پس از پالایش داده‌ها، ۲۴۹ زنبورستان دارای نژاد خالص زنبور انتخاب شدند. متغیرهایی از قبیل عملکرد عسل، مصرف خوراک، تلفات زمستانی، هزینه کارگری، جابه‌جایی، تعویض ملکه، درآمد حاصل از عسل و فرآورده‌های جانبی به‌ازای هر کلنی در سال استخراج شدند. در نهایت سود و نسبت درآمد به هزینه به‌ازای هر کلنی به‌دست آمد. تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها با استفاده از رویه Mixed انجام شد و ضرایب همبستگی بین برخی از متغیرها برآورد شد و مقایسه میانگین‌ها با روش Tukey-Kramer و مواردی با روش‌های مبتنی بر شبیه‌سازی انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد نژاد ملکه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد تولید عسل دارد ($P<0/05$)، به‌طوری‌که کلنی‌های دارای ملکه وارداتی عسل بیش‌تری نسبت به نژاد بومی تولید کردند. در بین نژادهای وارداتی تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد تولید عسل مشاهده نشد، اما در آنالیز اقتصادی در حالتی که عسل تنها محصول زنبورستان بود، نژاد کارنیکا نسبت درآمد به هزینه بالاتری را در برابر نژاد لیگوستیکا داشت. نوع مدیریت، ایستا یا کوچ، به‌تنهایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد عسل نداشت. از منظر اقتصادی، زنبورداران چندمحصولی نسبت به زنبورداران تک‌محصولی، سود خالص و نسبت درآمد به هزینه بالاتری کسب کردند. هم‌چنین زنبورداران کوچ‌رو سود بیش‌تری را نسبت به سرمایه‌گذاری انجام‌شده، در برابر زنبورداران ایستا به‌دست آوردند. بزرگ‌ترین مؤلفه‌های هزینه‌ای، خوراک و دستمزد نیروی کار بود. این نتایج نشان می‌دهند که ارزیابی عملکرد کلنی‌ها به‌تنهایی برای تصمیم‌گیری کافی نیست و باید بازده اقتصادی نیز در نظر گرفته شود.

نتیجه‌گیری: استفاده از نژادهای اصلاح‌شده و تنوع‌محصول می‌تواند نقشی مؤثر در افزایش بهره‌وری و سودآوری زنبورداری ایران ایفا کند. اگرچه مدیریت کوچ‌رو به خودی خود باعث افزایش تولید عسل نمی‌شود، اما بر ساختار هزینه‌ها مؤثر است. نتایج این پژوهش می‌تواند راهنمای بهبود ساختار تولید، بهینه‌سازی مدیریت و توسعه بازار فرآورده‌های جانبی در زنبورداری کشور باشد.

استناد: اخوان مقدم، مهدی؛ مرادی شهربابک، محمد؛ میرائی آشتیانی، سیدرضا و صادقی سفیدمزگی، علی (۱۴۰۵). ارزیابی عملکرد اقتصادی سه نژاد زنبورعسل تحت شرایط مدیریت ایستا و کوچ‌رو. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۸ (۳)، ۲۸۹-۳۰۵.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2026.407149.623884

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

زنبور عسل و زنبورداری از پایه‌های مهم اقتصاد کشاورزی در ایران و جهان است. زنبورعسل علاوه بر گرده‌افشانی محصولات کشاورزی با تولید عسل، موم، گرده و ژل رویال نقش مهمی را در زندگی انسان و امنیت غذایی ایفا می‌کند. اهمیت زنبورداری در تأمین معیشت خانوارهای روستایی و تکمیل سبد درآمدی کشاورزان آشکار است (Vaziritabar & Esmaeilzade, 2016). عملکرد اقتصادی بهینه در زنبورداری با مجموعه‌ای از عوامل زیستی و مدیریتی محقق می‌گردد. از جمله این عوامل، انتخاب نژاد سازگار و پرتولید و شیوه مدیریت زنبورستان نقش محوری دارند (حاج‌علیان و همکاران، ۱۳۹۶). نژادهای وارداتی مانند کارنیکا و لیگوستیکا به‌دلیل قابلیت تولید بالا در بسیاری از مناطق جهان و ایران موردتوجه‌اند. ملکه‌های وارداتی در دهه ۵۰ و ۶۰ خورشیدی به‌صورت قانونی و در حال حاضر به‌صورت غیرقانونی وارد کشور می‌شوند (Ghassemi Khademi, 2017)، درحالی‌که نژاد بومی به‌خاطر سازگاری با شرایط محلی و برخی ویژگی‌های زیستی هنوز کاربرد گسترده‌ای دارد. هم‌زمان، تصمیم برای اجرای مدیریت ایستا یا سیستم‌های کوچ‌رو می‌تواند هزینه‌ها، میزان تولید و ریسک‌های فصلی را به‌طور معنی‌داری تغییر دهد؛ در ایران، امکان کوچ به نواحی گرمسیری فرصت افزایش طول فصل بهره‌برداری را فراهم می‌آورد اما پیچیدگی‌های لجستیکی و اقتصادی خاصی نیز به‌دنبال دارد (حاج‌علیان و همکاران، ۱۳۹۶).

پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه زنبورداری نشان می‌دهد که این فعالیت نه‌تنها یک منبع درآمد مستقیم از طریق تولید عسل است، بلکه به‌عنوان بخشی از راهبردهای معیشتی و توسعه پایدار در بسیاری از کشورها شناخته می‌شود. در ایران، مطالعاتی نشان داده‌اند که زنبورداری نقش مکمل در معیشت روستایی دارد (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۶)، ولیکن با چالش‌هایی همچون نوسان قیمت نهاده‌ها، هزینه‌های درمانی و تغذیه‌ای و نبود بازار پایدار برای فرآورده‌های جانبی مواجه است (حسینی و همکاران، ۱۴۰۳؛ Vaziritabar & Esmaeilzade, 2016). در سطح بین‌المللی نیز پژوهش‌هایی بر اهمیت زنبورداری در امنیت غذایی و توسعه پایدار تأکید کرده‌اند و آن را بخشی جدایی‌ناپذیر از اقتصاد کشاورزی محلی دانسته‌اند (Palacio *et al*., 2024).

نژاد کارنیکا (*Apis mellifera carnica*) از نواحی جنوب‌شرقی آلپ منشأ گرفته و با خصوصیات افزایش سریع جمعیت در ابتدای فصل و سازگاری به سرما شناخته می‌شود و نژاد لیگوستیکا (*A. m. ligustica*) بومی ایتالیا و دارای تولید مثل نسبتاً بالا و تمایل به جمع‌آوری شهد در شرایط گرم‌تر است (Kovac *et al*., 2014). زیرگونه مدا (*A. m. meda*) به‌عنوان فرم خاورمیانه‌ای معرفی شده و با سازگاری به شرایط خشک و اقلیم‌های کوهستانی شناخته می‌شود. در سال‌های اخیر واردات ملکه به خلوص ژنتیکی زنبورهای بومی ایران صدمه وارد آورده است (Ghassemi Khademi, 2017)، با این‌حال هنوز هم این زنبورها در بین زنبورداران به‌عنوان زنبور بومی شناخته می‌شوند.

از منظر ژنتیکی، انتخاب نژاد یکی از عوامل کلیدی در بهبود عملکرد تولیدی و اقتصادی است. پژوهش‌های انجام‌شده در برخی کشورهای قاره اروپا نشان داده‌اند که نژادهای کارنیکا و لیگوستیکا به‌دلیل رفتار آرام و توان بالای تولید عسل، در بسیاری از کشورها موردتوجه قرار گرفته‌اند (Minozzi *et al*., 2021). در مقابل، زنبورهای بومی ایران و سایر کشورها به‌واسطه سازگاری با اقلیم محلی و مقاومت نسبی در برابر بیماری‌ها همچنان جایگاه مهمی دارند.

هم‌چنین، پژوهش‌هایی در کشور اسپانیا و مصر نشان داده‌اند که انتخاب نژاد مناسب می‌تواند تفاوت چشم‌گیری در بازده اقتصادی ایجاد کند (Palacio *et al*., 2024, Serag El-Dien, 2004). مطالعات نشان داده‌اند که عملکرد کلنی‌های زنبورعسل نتیجه تعامل میان ژنوتیپ و شرایط محیطی است (Meixner *et al*., 2014). عبادی (۱۳۶۶) عملکرد چهار نژاد و دو هیبرید زنبورعسل را به‌مدت سه سال در اصفهان موردبررسی قرار داد. براساس این مطالعه تفاوت معنی‌داری در دوام این ملکه‌ها از

نژادها و هیبریدهای مختلف در زمستان‌گذرانی مشاهده نشد. نژاد بومی ایران (*A. m. meda*) نسبت به سایرین بیش‌ترین تمایل را برای تولید بچه کندو از خود نشان داد. تولید عسل نژاد بومی ایران هم ردیف با قفقازی (*A. m. caucasica*) و کم‌تر از دیگر نژادها بود. هم‌چنین کلنی‌های دارای نژاد ایرانی به شکل معنی‌داری نیش‌زن‌تر از دیگر کلنی‌ها بوده‌اند.

در زمینه مدیریت، مطالعات متعددی تفاوت‌های معنی‌داری میان نظام‌های ایستا و کوچ‌رو گزارش کرده‌اند. پژوهش‌های بین‌المللی نشان داده‌اند که کوچ‌روی می‌تواند با افزایش دسترسی به منابع شهد و گرده بازده تولیدی را ارتقا دهد، اما هزینه‌های حمل‌ونقل، ریسک بیماری و پیچیدگی‌های لجستیکی را نیز افزایش می‌دهد (Kükrer *et al.*, 2021). در کشورهای مدیترانه‌ای مانند اسپانیا نیز، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کوچ‌روی به‌ویژه برای افزایش طول فصل بهره‌برداری و کاهش ریسک کمبود منابع شهد اهمیت دارد (Palacio *et al.*, 2024). از سوی دیگر، ساختار درآمدی زنبورداری تنها به عسل محدود نمی‌شود. فرآورده‌های جانبی مانند موم، گرده، ژل رویال و بره‌موم سهم قابل‌توجهی در سودآوری دارند. در ایران این موضوع کم‌تر موردتوجه قرار گرفته است، اما در کشورهای آسیای شرقی مانند چین و ژاپن، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فرآورده‌هایی مانند ژل رویال و بره‌موم سهم مهمی در بازار دارند (Mazhari & Seyeddokht, 2023).

پژوهش حاضر با هدف سنجش عملکردی و مطالعه اقتصادی سه نژاد رایج زنبورعسل (بومی، کارنیکا و لیگوستیکا) در دو نظام مدیریتی متفاوت (ایستا و کوچ‌رو) طراحی شده است. این مطالعه به‌دنبال پاسخ به پرسش‌های کاربردی زیر است: آیا بین نژادها تفاوت معنی‌دار در تولید عسل وجود دارد؟ نوع مدیریت کوچ، چگونه بازده و سودآوری را دستخوش تغییر می‌کند؟ چه سهمی از درآمد را محصولات جانبی تشکیل می‌دهند؟ و ساختار هزینه‌ای هر زنبورستان چگونه است؟

۲. روش پژوهش

۲. ۱. گردآوری، پیرایش و دسته‌بندی داده

داده‌های این پژوهش از طریق یک پیمایش میدانی مبتنی بر پرسشنامه با ۳۲ سؤال در پاییز و زمستان ۱۴۰۳ جمع‌آوری شد. پرسشنامه در سایت پرس‌لاین آماده‌سازی و از طریق شبکه‌های اجتماعی و گروه‌ها و کانال‌های زنبورداری توزیع و در مجموع پاسخ‌های ۵۹۵ زنبوردار از مناطق مختلف ایران دریافت شد. پرسشنامه طوری طراحی شد که اطلاعات دوسالانه زنبورستان‌ها را پوشش دهد (Holmes *et al.*, 2023). به‌منظور افزایش صداقت پاسخ‌دهندگان و کیفیت پاسخ‌ها، پرسشنامه به‌صورت بی‌نام طراحی شد. در یک ویدیوی تکمیلی هدف این پرسشنامه و اهمیت دقت در پاسخ‌دهی آن برای پاسخ‌دهندگان شرح داده شد. در پایان پرسشنامه یک سوال کنترلی درباره میزان دقت پاسخ‌دهی گنجانده شد. در نهایت پاسخ‌های فاقد دقت از تحلیل حذف شدند. اطلاعات جمع‌آوری‌شده در چهار دسته اصلی استخراج و ثبت گردید. مؤلفه‌های ورودی شامل هزینه‌های تغذیه، درمان، جایگزینی ملکه، نیروی کار، جابه‌جایی و استهلاک؛ مؤلفه‌های ساختاری و مدیریتی شامل نژاد، نوع مدیریت، سابقه زنبوردار، وابستگی معیشتی، مقیاس زنبورستان، نسبت کندوهای فعال و تلفات زمستانی؛ مؤلفه‌های خروجی شامل میزان تولید عسل، ژل رویال، گرده گل، بره موم، بچه‌کندو و ملکه؛ و مؤلفه‌های مؤثر در درآمد شامل قیمت فروش عسل و دیگر فرآورده‌ها بودند. هر آیتم پرسشنامه به واحد سرانه کلنی در سال تبدیل شد تا مقایسه و تحلیل اقتصادی همگن و قابل‌درک باشد. در مرحله پالایش داده‌ها، تنها زنبورستان‌هایی وارد تجزیه و تحلیل شدند که اطلاعات عملکردی دوسالانه را به‌صورت کامل ارائه داده بودند، تنها عسل طبیعی تولید می‌کردند و از یک نژاد خالص به‌عنوان منشأ ملکه‌های مادری زنبورستان استفاده می‌کردند. پس از اعمال این فیلترها، مجموعه داده‌ها به ۲۴۹ زنبورستان محدود شد که برای تحلیل‌های آماری و اقتصادی به‌کار گرفته شدند. ازآنجاکه داده‌ها به‌صورت دوسالانه گردآوری شدند، میانگین دوساله برای تحلیل نهایی محاسبه شد. این رویکرد باعث می‌شود اثر

نوسانات سالانه بر عملکرد تعدیل شود و نتایج به‌جای بازتاب شرایط یک سال خاص، نمایانگر وضعیت پایدارتر و میانگین واقعی‌تر تولید باشند.

برای ارزیابی پایایی ابزار گردآوری داده‌ها، از آزمون آلفای کرونباخ در برگیرنده هشت متغیر اصلی شامل داده‌های عملکرد سال اول، عملکرد سال دوم، میانگین دو ساله عسل، نسبت کندوهای مؤثر در تولید، مقیاس زنبورستان، مصرف شکر سال اول، مصرف شکر سال دوم و میانگین دو ساله مصرف شکر از مجموعه داده‌ها استفاده شد. با توجه به تفاوت مقیاس متغیرها، ابتدا همه‌ی آن‌ها در نرم‌افزار اکسل استاندارد شد. سپس به‌منظور بررسی همبستگی درونی بین پاسخ‌های سوالات مختلف، تحلیل آماری با رویه Corr در نرم‌افزار SAS 9.4 انجام گرفت. هم‌چنین، برای سنجش تأثیر هر متغیر بر پایایی کلی، آلفای کرونباخ در حالت حذف متغیر نیز محاسبه شد.

۲. ۲.آمار توصیفی

برای متغیرهای اصلی پژوهش شامل میانگین دو ساله عملکرد عسل، نسبت کندوهای مؤثر در تولید، مصرف شکر، مقیاس زنبورستان و اجزای اصلی هزینه و درآمد، آماره‌های توصیفی محاسبه شد. این محاسبات با رویه MEANS انجام گرفت و نتایج در قالب جدول‌های توصیفی تنظیم شد. هر متغیر در دسته‌بندی‌های کل، براساس تمرکز تولید، منشأ ملکه و نحوه کوچ ثبت شد.

۲. ۳. روش‌های تحلیلی و آماری

به‌دلیل ماهیت داده‌ها و توزیع نامتوازن برخی متغیرها برای بررسی همبستگی میان متغیرهای کلیدی عملکردی و مدیریتی، شامل عملکرد عسل، نسبت کندوهای فعال، شکر مصرفی کلنی و تلفات زمستانه از آزمون همبستگی کندال (Kendall's tau) استفاده شد. ضرایب همبستگی با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 محاسبه شدند و سطح اطمینان ۹۵ درصد (α=۰/۰۵) مبنای قضاوت قرار گرفت (Kim, 2014).

در گام نخست مقایسه‌ی عملکرد نژادهای مختلف زنبورعسل و بررسی اثر روش‌های مدیریت استقرار (ایستا و کوچ‌رو)، داده‌ها از نظر توزیع بررسی شد تا اطمینان حاصل شود که شرایط لازم برای اجرای مدل‌های آماری برقرار است. به‌منظور ارزیابی اثر ژنتیک ملکه در دو سناریوی مبتنی بر منشأ (بومی و وارداتی)، مبتنی بر نژاد (کارنیکا، لیگوستیکا و بومی) و سیستم مدیریتی (ایستا و کوچ‌رو) بر عملکرد تولید عسل در ابتدا با استفاده از رویه‌های Glmselect و Reg (روش انتخاب مرحله‌ای) آثار ثابت و کمکی به مدل وارد شد. سپس با استفاده از رویه Mixed، اثرات ثابت، تصادفی و متغیرهای همبسته برای رابطه ۱ تجزیه شدند.

$$Y_{ijklm} = \mu + ID + R_i + M_j + (R \times M)_{ij} + P_k + F_l + \varepsilon_{ijklm}$$ رابطه ۱)

در این رابطه، Y_{ijklm}، میانگین عملکرد عسل (کیلوگرم/کلنی/سال)؛ μ، میانگین کل؛ ID، اثر تصادفی زنبورستان؛ R_i، اثر نژاد یا منشا؛ M_j، اثر مدیریت؛ $R_i \times M_j$، اثر متقابل آن‌ها؛ P_k، نسبت کندوهای فعال و F_l، میزان مصرف شکر سرانه به‌عنوان عوامل همبسته و ε_{ijklm} ، اثر باقیمانده است.

برای برآورد میانگین‌های تصحیح شده آثار ثابت از روش میانگین حداقل مربعات (LS-Means) استفاده شد. به‌منظور کنترل خطای نوع اول در داده‌های نامتوازن، مقایسه‌های چندگانه میانگین‌ها با روش Tukey-Kramer انجام گرفت. سطح معنی‌داری در تمامی آزمون‌ها ۵ درصد در نظر گرفته شد.

۲. ۴. تحلیل ساختار هزینه و درآمد

ساختار هزینه، درآمد و سود هر زنبورستان براساس داده‌های جمع‌آوری‌شده از پرسشنامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسل (Microsoft excel 2021) محاسبه شد. تمامی مقادیر به‌صورت سرانه (کلنی در سال) بیان گردید تا امکان مقایسه بین زنبورستان‌هایی با اندازه‌های متفاوت فراهم شود. در محاسبه هزینه‌ها، مقادیر نیروی کار و استهلاک به‌صورت ثابت در نظر گرفته شد. با توجه به تنوع الگوهای کاری و اینکه بسیاری از زنبورداران برای کار خود دستمزدی لحاظ نمی‌کنند، هزینه نیروی کار بر پایه میانگین زمان صرف‌شده برای مدیریت کلنی‌ها و نرخ دستمزد کارگر زنبورداری (براساس پرسشنامه) محاسبه شد. دستمزد کارگر در زنبورداری چند محصولی نیز طبق رابطه‌ای مشابه محاسبه شد. در مورد استهلاک کندو نیز، با توجه به گزارش‌های مشابه زنبورداران، نرخ یکسانی برای تمامی کندوها و سیستم‌ها در نظر گرفته شد. هزینه‌ها شامل تغذیه کلنی (هزینه شکر مصرفی، کیک یا مکمل گرده)؛ مدیریت و نگهداری (شامل هزینه تعویض ملکه، نیروی کار و استهلاک سالانه کندو)؛ درمان و پیشگیری (شامل هزینه کنترل کنه واروآ و سایر بیماری‌ها مانند نوزما) و جابه‌جایی یا کوچ (هزینه حمل‌ونقل و استقرار زنبورستان در مناطق مختلف) بود. درآمدها نیز در دو گروه اصلی درآمد حاصل از تولید عسل (براساس عملکرد هر کلنی در سال و میانگین قیمت فروش اظهارشده توسط زنبورداران) و درآمد جانبی (حاصل از فروش محصولات دیگر مانند ملکه، بچه‌کندو، موم، گرده گل و ژل رویال) و سود خالص سالانه برای هر کلنی با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد.

$$Profit = (Y \times Hp) - (Fp + Pc + QR + T + VC + DC + W + HD) \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در این رابطه، Y نشان‌دهنده عملکرد عسل (کیلوگرم/کلنی/سال)؛ Hp قیمت فروش عسل؛ Fp هزینه شکر؛ Pc هزینه کیک گرده؛ QR هزینه تعویض ملکه؛ T هزینه کوچ؛ VC هزینه کنترل کنه واروآ؛ DC هزینه درمان سایر بیماری‌ها؛ W هزینه نیروی کار و HD هزینه استهلاک در نظر گرفته شدند. در حالت چند–محصولی، علاوه بر درآمد عسل، سرانه درآمد حاصل از محصولات جانبی نیز لحاظ شد. در ادامه، شاخص‌های اقتصادی شامل نسبت درآمد به هزینه (R:C)، سود خالص هر کلنی برای هر نژاد و برای هر سیستم مدیریتی محاسبه گردید تا میزان بازدهی اقتصادی آن‌ها مشخص شود.

درآمد حالت چندمحصول تنها براساس زنبورستان‌های چندمحصولی محاسبه شده که در همان زیرگروه قرار دارند؛ برای مثال، میانگین درآمد هر کلنی در حالت چندمحصولی با مدیریت ایستا از تقسیم مجموع درآمد زنبورستان‌های چندمحصولِ ایستا بر تعداد کلنی‌های همان زنبورستان‌ها محاسبه شده، نه بر کلنی‌های کل زنبورستان‌های ایستا.

۳. یافته‌های پژوهش

۳. ۱. آمار توصیفی

با استانداردسازی مقادیر متغیرها، ضریب آلفای کرونباخ به ۰/۸۱ رسید که نشان‌دهنده سطح قابل‌قبول پایایی پرسشنامه است (Tavakol & Dennick, 2011). با حذف متغیرهای عملکرد سال اول و دوم، میانگین عملکرد، مصرف شکر سال اول و دوم، میانگین مصرف شکر و مقیاس زنبورستان، مقدار آلفا به محدوده ۰/۷۵ تا ۰/۸۰ کاهش یافت، بدین معنی که سطح پایایی از خوب به قابل‌قبول تغییر کرد. در حالت حذف بقیه پاسخ‌ها، مقدار عددی آلفا بیش‌تر شد، اما تغییرات مقدار آلفا در محدوده‌ای نبود که روی سطح پایایی پرسشنامه تأثیر بگذارند ($۰/۸۰<\alpha<۰/۹۰$).

در این پژوهش، میانگین مقیاس زنبورستان‌ها ۱۲۶ کلنی بوده که دامنه‌ای گسترده از ۱۰ تا ۸۰۰ کلنی را شامل می‌شد. میانگین تلفات زمستانی ۱۵ درصد و عملکرد عسل به‌ازای هر کلنی به طور متوسط ۹/۳ کیلوگرم بود، اما در زنبورستان‌های مختلف در بازه ۰/۸ تا ۶۵ کیلوگرم تغییر داشت. هم‌چنین، میانگین مصرف شکر سالانه ۱۰/۵ کیلوگرم برای هر کلنی برآورد شد.

از نظر هزینه‌ها، بیش‌ترین سهم مربوط به تغذیه (شکر و کیک گرده) و پس از آن هزینه‌های نیروی کار و جایگزینی ملکه بود. در بخش درآمدی، عسل منبع اصلی محسوب می‌شد و در حدود ۱۶ درصد زنبورداران از محصولات جانبی مانند گرده گل، موم، ژل رویال، بچه کندو و یا ملکه نیز کسب درآمد می‌کردند.

جدول (۱) خلاصه‌ای از آمار توصیفی متغیرهای اصلی زنبورستان را نشان می‌دهد.

جدول ۱. متغیرهای اصلی عملکردی وساختاری زنبورستان‌ها

گروه	متغیر	مقیاس زنبورستان (فروند)	تلفات زمستانه (درصد)	نسبت کلنی‌های فعال (درصد)	زنبورستان‌های چند محصولی (درصد)	عملکرد عسل (کیلوگرم/کلنی/سال)	مصرف شکر (کیلوگرم/کلنی/سال)	مصرف خمیرشیرین و کیک گرده (کیلوگرم/کلنی/سال)
	کل	۱۲۶/۲ ±۰/۶۱ ۱۰ – ۸۰۰	۱۵/۴ ±۰/۰۸ ۰ – ۱۰۰	۷۱/۲ ±۰/۰۱ ۱۲ – ۱۰۰	۱۶	۹/۳ ±۰/۰۳ ۰/۸ – ۶۵	۱۰/۵ ±۰/۰۵ ۰ – ۹۴	۳/۷ ±۰/۰۳ ۰ – ۱۶
نژاد ملکه	بومی	۱۱۶/۴ ±۱/۶۲ ۱۱ – ۶۰۰	۱۷/۰ ±۰/۲۵ ۰ – ۱۰۰	۷۴/۲ ±۰/۰۲ ۱۷ – ۱۰۰	۱۲	۶/۳ ±۰/۰۴ ۰/۸ – ۱۷/۳	۹/۴ ±۰/۱۰ ۰ – ۴۰/۶	۳/۳ ±۰/۰۷ ۰ – ۱۳/۴
	لیگوستیکا	۱۳۸/۴ ±۵/۲۸ ۲۰ – ۶۰۰	۱۷/۳ ±۰/۰۶ ۰ – ۶۰	۷۱/۳ ±۰/۰۱ ۲۶ – ۱۰۰	۳۰	۱۰/۷ ±۰/۳۵ ۲/۳ – ۴۰	۱۳/۲ ±۰/۵۱ ۱/۱ – ۴۵	۵/۱ ±۰/۳۰ ۰ – ۱۴/۷
	کارنیکا	۱۲۹/۸ ±۱/۱۷ ۱۲ – ۸۰۰	۱۳/۹ ±۰/۱۳ ۰ – ۱۰۰	۶۹/۳ ±۰/۰۲ ۱۲ – ۱۰۰	۱۵	۱۰/۸۳ ±۰/۰۷ ۱/۷ – ۶۵	۱۰/۷ ±۰/۰۹ ۰ – ۹۴	۳/۶۳ ±۰/۰۵ ۰ – ۱۵/۵
نوع استقرار	ایستا	۳۹/۹ ±۰/۶۶ ۱۰ – ۲۵۰	۱۶/۱ ±۰/۲۰ ۰ – ۷۰	۶۴/۷ ±۰/۳۴ ۱۲ – ۱۰۰	۶	۶/۹ ±۰/۰۶ ۰/۸ – ۱۹	۷/۵ ±۰/۰۹ ۰ – ۳۶/۷	۴/۸ ±۰/۱۲ ۰ – ۱۵/۴
	کوچ‌رو	۱۶۰/۶ ±۰/۹۲ ۲۰ – ۸۰۰	۱۵/۱ ±۰/۱۱ ۰ – ۱۰۰	۷۳/۸ ±۰/۱۱ ۱۶ – ۱۰۰	۲۰	۱۰/۲۵ ±۰/۰۵ ۱/۷ – ۶۵	۱۱/۷ ±۰/۰۷ ۰ – ۹۴	۳/۲ ±۰/۰۳ ۰ – ۸/۶

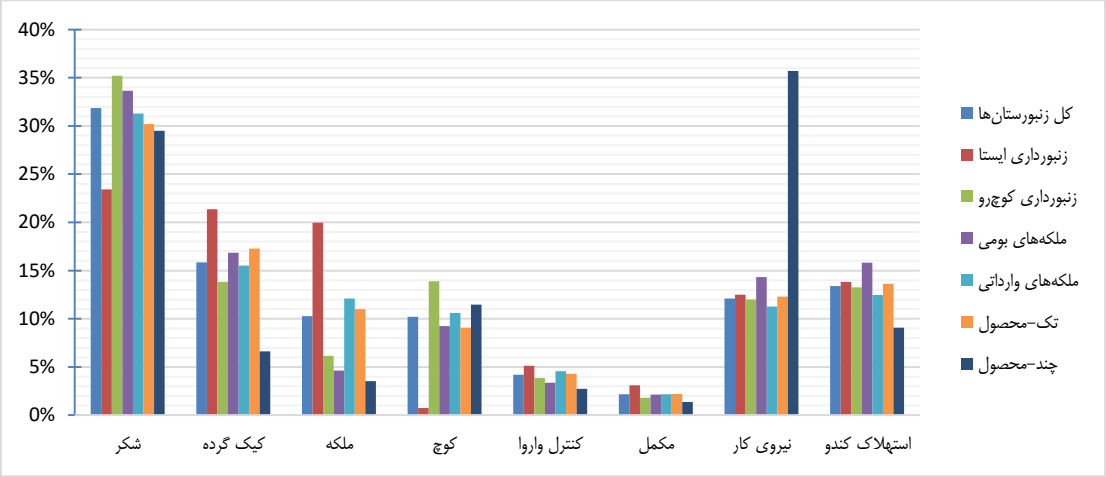
* اعداد هر سلول به‌ترتیب شامل میانگین، خطای استاندارد و دامنه تغییرات (کمینه–بیشینه) هستند.

در جدول (۲) خلاصه‌ای از متغیرهای هزینه‌ای زنبورستان‌ها آورده شده است که در آن واحدها به تومان/کلنی/سال است.

جدول ۲. خلاصه‌ای از متغیرهای هزینه‌ای زنبورستان‌ها (تومان/کلنی/سال)

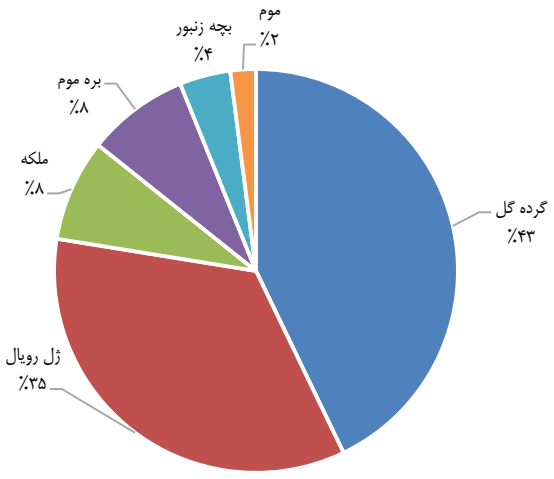
گروه	متغیر	سهم از کل نمونه	مصرف شکر	مصرف خمیرشیرین و کیک گرده	تعویض ملکه	جابه‌جایی	درمان واروا	مکمل‌ها و داروها	نیروی کار	استهلاک کندو
	کل	٪۱۰۰	۲۹۵۰۰۰	۱۴۷۰۰۰	۹۵۰۰۰	۹۴۰۰۰	۳۹۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۱۲۰۰۰	۱۲۴۰۰۰
نوع استقرار	ایستا	٪۲۸	۲۱۰۰۰۰	۱۹۲۰۰۰	۱۷۹۰۰۰	۷۰۰۰	۴۶۰۰۰	۲۸۰۰۰		
	کوچ‌رو	٪۷۲	۳۲۹۰۰۰	۱۲۹۰۰۰	۵۷۰۰۰	۱۳۰۰۰۰	۳۶۰۰۰	۱۷۰۰۰		
منشا ملکه	بومی	٪۳۴	۲۶۴۰۰۰	۱۳۲۰۰۰	۳۶۰۰۰	۷۳۰۰۰	۲۶۰۰۰	۱۷۰۰۰		
	وارداتی	٪۶۶	۳۱۱۰۰۰	۱۵۵۰۰۰	۱۲۱۰۰۰	۱۰۶۰۰۰	۴۵۰۰۰	۲۲۰۰۰		
منبع درآمد	تک‌محصولی	٪۸۴	۲۷۵۰۰۰	۱۵۷۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۸۳۰۰۰	۳۹۰۰۰	۲۰۰۰۰		
	چندمحصولی	٪۱۶	۴۰۳۰۰۰	۹۰۰۰۰	۴۸۰۰۰	۱۵۷۰۰۰	۳۷۰۰۰	۱۹۰۰۰	۴۸۸۰۰۰	

در نمودار (۱) سهم هر یک عوامل اقتصادی دخیل در هزینه‌های زنبورستان با توجه به‌دسته‌بندی آن‌ها آمده است.



نمودار ۱. سهم هر یک از عوامل اقتصادی مؤثر در هزینه

از میان ۲۴۹ زنبورستان بررسی‌شده، تعداد ۳۹ زنبورستان چندمحصولی بودند که علاوه بر تولید عسل به تولید فرآورده‌های جانبی نیز می‌پرداختند. در ۱۷ زنبورستانی که ژل رویال تولید می‌کردند و میانگین برداشت سالانه آن‌ها به ۳۴/۱ کیلوگرم به‌ازای هر زنبورستان رسید. هم‌چنین ۲۱ زنبورستان گرده گل برداشت می‌کردند و میانگین تولید سالانه آن‌ها ۳۰۴/۳ کیلوگرم در هر زنبورستان بود. چهار زنبورستان به پرورش ملکه اختصاص داشتند و هر کدام به‌طور میانگین سالانه ۴۶۵۰ ملکه تولید کردند. در چهار زنبورستان نیز بره‌موم برداشت می‌شد و میانگین تولید آن‌ها به ۷/۳ کیلوگرم در سال رسید. افزون بر این، دو زنبورستان نیز به‌صورت حرفه‌ای به تولید بچه‌کندو پرداختند و میانگین تولید سالانه آن‌ها ۵۵۵ بچه‌کندو بود. نمودار (۲)، سهم هر یک از این فرآورده‌های جانبی را بر پایه درصد زنبورستان‌های دارای آن محصول در میان ۳۹ زنبورستان چندمحصول نشان می‌دهد.



نمودار ۲. سهم محصولات جانبی در بین زنبورستان‌های چند محصول

۳. ۲. همبستگی بین پارامترها

نتایج آزمون همبستگی کندال نشان داد که برخی از متغیرهای مدیریتی و عملکردی با یکدیگر ارتباط معنی‌داری دارند. جدول (۳) ضرایب همبستگی بین عملکرد عسل، نسبت کندوهای فعال، مصرف شکر و تلفات زمستانی را همراه با سطح معنی‌داری نشان می‌دهد.

جدول ۳. همبستگی بین پارامترهای عملکردی و مدیریتی

	عملکرد عسل	نسبت کندوهای فعال	شکر مصرفی کلنی	تلفات زمستانه
مقیاس زنبورستان	۰/۱۶**	۰/۱۰	۰/۱۸**	-۰/۰۱
تلفات زمستانه	-۰/۰۱	-۰/۱۰**	۰/۱۰	
شکر مصرفی کلنی	۰/۲۱**	۰/۱۱**		
نسبت کندوهای فعال	۰/۳۰**			

**: نشان‌گر قابلیت اطمینان در سطح ۹۹ درصد است.

۳. ۳. اثر نژاد و مدیریت بر تولید عسل

۳. ۳. ۱. سناریوی نژاد ملکه–کوچ

نتایج تحلیل آماری برای سناریوی نژاد ملکه و نحوه مدیریت کوچ نشان داد که نژاد ملکه اثر معنی‌داری بر عملکرد تولید عسل دارد، درحالی‌که نوع مدیریت زنبورستان (کوچ‌رو در برابر ایستا) و هم‌چنین اثر متقابل نژاد×مدیریت از نظر آماری معنی‌دار نبودند. میانگین‌های تصحیح‌شده (LS-Means) تولید عسل به‌ازای هر کلنی برای ترکیب‌های مختلف نژاد و سیستم مدیریتی در جدول (۴) ارائه شده‌اند.

جدول ٤. میانگین‌های تصحیح‌شده برای عملکرد عسل در دسته‌بندی‌های مختلف براساس نژاد ملکه

گروه نژاد–مدیریت کوچ	n	میانگین حداقل مربعات تصحیح‌شده (کیلوگرم عسل/کلنی/سال)
کارنیکا–کوچ‌رو	۹۴	۱۱/۸
کارنیکا–ایستا	۴۴	۹/۳
لیگوستیکا–کوچ‌رو	۲۳	۱۰/۹
لیگوستیکا–ایستا[۱]	۴	۱۱/۰
بومی–کوچ‌رو	۶۱	۶/۸
بومی–ایستا	۲۳	۵/۴

در آزمون نوع سوم (Type III SS) اثر نژاد معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱) ولی اثر نوع مدیریت (P=۰/۰۷۵) و اثر متقابل نژاد×مدیریت (P=۰/۷۲۵) تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. مقایسات دو به دو بین میانگین‌های تصحیح‌شده با روش Tukey–Kramer و پس از درنظرگرفتن متغیرهای همبسته (مصرف شکر و نسبت کندوهای فعال) نشان دادند که نژاد کارنیکا در سیستم کوچ‌رو به‌طور معنی‌داری بهتر از نژاد بومی در همان سیستم عمل کرد، به‌طوری‌که میانگین تولید هر کلنی «کارنیکا–کوچ‌رو» حدود ۵/۰ کیلوگرم بیش‌تر بود (P<۰/۰۰۰۹). هم‌چنین مقایسه «کارنیکا–کوچ‌رو» با «بومی–ایستا» نشان داد کارنیکا در این مقایسه نیز عملکرد بالاتری دارد (P=۰/۰۰۴). سایر مقایسه‌ها میان نژادهای وارداتی (کارنیکا و لیگوستیکا) یا بین حالت‌های مدیریتی در داخل هر نژاد، از نظر آماری معنی‌دار نبودند.

۱. با توجه به اندازه نمونه کوچک این گروه (n=۴)، نتایج آن باید با احتیاط تفسیر شود.

به‌طورکلی، نتایج نشان دادند که نژادهای وارداتی کارنیکا و لیگوستیکا میانگین عملکرد بالاتری نسبت به نژاد بومی داشتند، درحالی‌که تغییر سیستم مدیریتی از ایستا به کوچ‌رو تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشت. گروه لیگوستیکا–ایستا به‌دلیل اندازه نمونه به نسبت کوچک دارای عدم اطمینان بالایی بود و نتایج آن صرفاً به‌صورت توصیفی گزارش شد. به همین دلیل با ادغام زنبورستان‌های لیگوستیکا و کارنیکا، سناریوی منشأ ملکه نیز مورد آزمون قرار گرفت.

۳. ۳. ۲. سناریوی منشأ ملکه –کوچ

نتایج مدل ساده‌شده که منشأ ملکه را در دو سطح وارداتی و بومی در نظر گرفت، نشان داد که منشأ ملکه اثر معنی‌داری بر تولید عسل دارد (P<۰/۰۰۱). در این مدل، وضعیت مدیریتی (کوچ‌رو در برابر ایستا) نیز با افزایش نسبی در میانگین تولید همراه بود، اما اثر متقابل منشأ× مدیریت از نظر آماری معنی‌دار تشخیص داده نشد. میانگین‌های تصحیح‌شده (LS-Means) برای ترکیب‌های مختلف منشأ و سیستم مدیریتی در جدول (۵) آمده است.

جدول ۵. میانگین‌های تصحیح‌شده برای دسته‌بندی‌های مختلف براساس منشأ ملکه

گروه منشأ–مدیریت کوچ	N	میانگین حداقل مربعات تصحیح شده (کیلوگرم عسل/کلنی/سال)
وارداتی–کوچ‌رو	۱۷۸	۱۱/۶
وارداتی–ایستا	۵۸	۹/۴
بومی–کوچ‌رو	۶۱	۶/۸
بومی–ایستا	۲۳	۵/۴

در آزمون نوع سوم (Type III SS) اثر منشأ ملکه معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱)، درحالی‌که اثر اصلی مدیریت (P=۰/۰۷۷) و اثر متقابل منشأ×مدیریت (P=۰/۵۹۶) معنی‌دار نشدند. مقایسات دو به دو بین میانگین‌های تصحیح‌شده با روش Tukey–Kramerو پس از درنظرگرفتن دو متغیر همبسته (مصرف شکر و نسبت کندوهای فعال) نشان دادند که عملکرد ترکیب «وارداتی–کوچ‌رو» نسبت به «بومی–کوچ‌رو» به‌طور معنی‌داری بالاتر است (P≈۰/۰۰۰۳) و نیز «وارداتی–کوچ‌رو» در مقایسه با «بومی–ایستا» اختلاف معنی‌داری نشان داد (P≈۰/۰۰۳۳). هرچند جهت اختلاف بین «وارداتی–ایستا» و «بومی–ایستا» به نفع وارداتی‌ها بود، این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار گزارش نشد. در مجموع، نتایج نشان دادند که عملکرد در زنبورستان‌های دارای ملکه وارداتی (کارنیکا و لیگوستیکا) به‌صورت معنی‌داری بالاتر از زنبورستان‌های دارای ملکه بومی بود. درحالی‌که تغییر وضعیت مدیریتی از ایستا به کوچ‌رو اثر افزایشی غیرمعنی‌دار بر تولید داشت.

۳. ۳. ۳. ساختار اقتصادی در دسته‌بندی‌های نژادی–مدیریتی

در جدول (۶)، نتایج برای کل نمونه و هم‌چنین براساس روش استقرار زنبورستان (ایستا و کوچ‌رو)، نژاد ملکه (بومی، لیگوستیکا و کارنیکا) و الگوی تولید (تک‌محصولی و چندمحصولی) به واحد سرانه (به‌ازای هر کلنی در سال) گزارش شده‌اند. شاخص‌های ارائه‌شده شامل مجموع هزینه سالانه، درآمد حاصل از فروش عسل، درآمد کل (عسل به‌همراه سایر محصولات)، سود خالص بر پایه عسل، سود خالص کل و نسبت‌های درآمد به هزینه برای هر دسته‌بندی هستند.

به‌طور کلی، میانگین هزینه سالانه هر کلنی حدود ۹۲۴ هزار تومان و میانگین درآمد حاصل از عسل حدود ۲/۸ میلیون تومان بود که در نهایت به سود خالص میانگین ۱/۹ میلیون تومان منجر شد. زنبورستان‌های کوچ‌رو در مقایسه با زنبورستان‌های ایستا سود بالاتری داشتند (به‌ترتیب ۲/۳ در برابر ۱/۳ میلیون تومان سود بیش‌تر) و نسبت درآمد به هزینه در آن‌ها نیز بیش‌تر بود (۳/۳ در برابر ۲/۳).

در میان نژادها، کارنیکا و لیگوستیکا بالاترین سود و کارایی اقتصادی را نشان دادند، درحالی‌که نژاد بومی کم‌ترین سطح درآمد و سود را داشت. در میان گروه‌های تولیدی، زنبورداران چندمحصول (عسل همراه با فرآورده‌های جانبی مانند موم، گرده و ژل رویال) به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای عملکرد اقتصادی بهتری نسبت به زنبورداران تک‌محصول داشتند، به‌طوری‌که نسبت درآمد به هزینه در این گروه از ۲/۹ در زنبورستان‌های تک‌محصول تا حدود ۳/۲ برابر در زنبورستان‌های چندمحصول افزایش داشت.

جدول ٦. خلاصه هزینه‌ها و درآمدهای زنبورستان در دسته‌بندی‌های مختلف (تومان)

		مجموع هزینه	درآمد (عسل)	درآمد (چندمحصول)	سود (عسل)	سود (چندمحصول)	درآمد/ هزینه (عسل)	درآمد/ هزینه (چندمحصول)
کل		۹۲۴۰۰۰	۲۷۹۰۰۰۰	۲۹۴۲۰۰۰	۱۸۶۶۰۰۰	۲۰۱۹۰۰۰	۳/۰	۳/۲
براساس استقرار	ایستا	۸۹۷۰۰۰	۲۰۷۳۰۰۰	۲۱۸۷۰۰۰	۱۱۷۶۰۰۰	۱۲۸۹۰۰۰	۲/۳	۲/۴
	کوچ‌رو	۹۳۴۰۰۰	۳۰۷۵۰۰۰	۳۲۴۴۰۰۰	۲۱۴۱۰۰۰	۲۳۰۹۰۰۰	۳/۳	۳/۵
براساس نژاد	بومی	۷۸۴۰۰۰	۱۹۰۳۰۰۰	۱۹۳۵۰۰۰	۱۱۱۹۰۰۰	۱۱۵۱۰۰۰	۲/۴	۲/۵
	لیگوستیکا	۱۱۲۵۰۰۰	۳۲۰۸۰۰۰	۴۱۱۷۰۰۰	۲۰۸۳۰۰۰	۲۹۹۲۰۰۰	۲/۹	۳/۷
	کارنیکا	۹۶۹۰۰۰	۳۳۴۸۰۰۰	۳۳۲۵۰۰۰	۲۲۷۸۰۰۰	۲۳۵۶۰۰۰	۳/۴	۳/۴
براساس تولید	تک‌محصول	۹۱۱۰۰۰	۲۶۶۸۰۰۰	–	۱۷۵۷۰۰۰	–	۲/۹	–
	چند محصول	۱۳۶۶۰۰۰	۳۴۴۴۰۰۰	۴۴۱۸۰۰۰	۲۰۷۸۰۰۰	۳۰۵۲۰۰۰	۲/۵	۳/۲

۴. بحث

بر پایه داده‌های این مطالعه، سامانه تولید زنبورداری ایران برای تولید عسل شامل الگوی غالب کوچ‌رو با مقیاس به‌طور عمده تفریحی تا نیمه‌تجاری است. مدیریت واحدها بیش‌تر خانوادگی است و از همین‌رو برای بسیاری از عملیات نیروی کار دستمزدی منظور نمی‌شود. هزینه‌های حمل‌ونقل و عملیات کوچ سهم قابل‌توجهی در ساختار هزینه کل دارند. دسترسی به منابع شهد و نوسان‌های فصلی یا سالانه‌ی آن، فشار بیماری‌ها و آفات و نارسایی‌های مدیریتی از عوال مؤثر بر عملکرد کلنی‌ها شناخته شده است. هم‌چنین شواهد میدانی از مخلوط‌شدن کلنی‌ها بر اثر واردات ملکه یا نژاد خارجی وجود دارد که می‌تواند بر جریان ژن تأثیر بگذارد.

استانداردسازی داده‌ها به‌منظور رفع تفاوت مقیاس میان متغیرها انجام شد و ضریب آلفای کرونباخ پس از این مرحله برابر با ۰/۸۱ به‌دست آمد که نشان‌دهندهٔ پایایی خوب ابزار اندازه‌گیری است (Tavakol & Dennick, 2011). حذف برخی متغیرها موجب کاهش آلفا به محدودهٔ ۰/۷۵ تا ۰/۸۰ شد که همچنان در سطح قابل‌قبول قرار دارد. در مقابل، حذف سایر پاسخ‌ها باعث افزایش عددی آلفا شد، اما این تغییرات تأثیر معنی‌داری بر پایایی ابزار نداشت. بنابراین، انسجام درونی پرسشنامه در مجموع قابل اعتماد ارزیابی می‌شود.

در پژوهش حاضر، تحلیل بر پایه میانگین دوساله موجب شد اثر "سال خوب" یا "سال بد" بر نتایج تا حدودی تعدیل گردد و برآوردها بیش‌تر بازتاب‌دهنده عملکرد پایدار و میانگین واقعی زنبورستان‌ها در میان‌مدت باشند. بنابراین یافته‌ها قابلیت تعمیم بیش‌تری نسبت به نتایج یک ساله دارند (Holmes *et al*., 2023).

نتایج نشان دادند که نژاد ملکه اثر معنی‌داری بر عملکرد تولید عسل دارد. زنبورستان‌هایی که از ملکه‌های وارداتی (کارنیکا، لیگوستیکا) استفاده کرده‌اند به‌طور میانگین عملکرد عسل بالاتری نسبت به گروه‌های دارای ملکه بومی نشان دادند. این برتری حتی پس از درنظرگرفتن اثر تصادفی زنبورستان و عوامل همبسته مهمی مانند مصرف شکر و درصد کلنی‌های مولد با مقایسات دو به دو بین میانگین‌های تصحیح‌شده Tukey-Kramer تأیید شد، بنابراین می‌توان آن را

نتیجه‌ای قابل‌اتکا در سطح نمونه تلقی کرد. با این‌حال، لازم است در تفسیر این برتری توجه کنیم که تفاوت نژادی لزوماً به معنای برتری بی‌قید و شرط نیست. نژاد بومی مزایایی در سازگاری محلی، مقاومت نسبی و کاهش ریسک‌های محیطی دارد که باید در تصمیم‌گیری عملی برای سیاست‌گذاران و متولیان اصلاح نژاد وزن داده شود (Bienefeld, 2025).

درباره نقش نوع مدیریت، نتایج دو وجهی‌اند و باید تفکیک شوند: از منظر عملکرد (کیلوگرم عسل به‌ازای هر کلنی) اثر نوع مدیریت (ایستا در برابر کوچ‌رو) و اثر متقابل نژاد× مدیریت معنی‌دار نبودند (P=۰/۰۷۵ و P=۰/۷۲۵). این نشان می‌دهد انتقال صرف به سیستم کوچ‌رو به‌تنهایی میانگین تولید عسل هر کلنی را به طور معنی‌دار افزایش نمی‌دهد. یافته‌های Meixner و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان می‌دهد که عملکرد کلنی‌ها بیش از اینکه به یک عامل منفرد وابسته باشد، نتیجه تعامل ژنوتیپ و محیط است. با وجود آنکه میانگین عملکرد عسل در زنبورستان‌های کوچ‌رو تا حد قابل‌توجهی بیش‌تر از زنبورستان‌های ایستا بود، آزمون آماری تفاوت معنی‌داری را میان این دو گروه نشان نداد. این موضوع نشان می‌دهد که برتری ظاهری مدیریت کوچ‌رو در عملکرد عسل، ممکن است تحت تأثیر عوامل زمینه‌ای مانند اندازه زنبورستان، تجربه زنبوردار یا شرایط اقلیمی قرار گرفته باشد. احتمالاً دلیل معنی‌دارنبودن اثر کوچ دخیل‌بودن عوامل دیگر مدیریتی در رسیدن به عملکرد حداکثر کلنی است. به‌عبارت دیگر، کوچ‌رو بودن، بدون اعمال تغییرات در مدیریت تغذیه، بچه‌دهی، آفات و بیماری‌ها یا حتی رعایت زمان‌بندی کوچ ممکن است افزایش تولید را تضمین نکند. با این وجود، تحلیل‌های اقتصادی براساس سرانه کلنی حاکی از مزایای اقتصادی واضح برای واحدهای کوچ‌رو بود. در مطالعه‌ای دربارهٔ زنبورداری کوچ‌رو، مشخص شد که سودآوری کوتاه‌مدت تنها زمانی به پایداری بلندمدت منجر می‌شود که مدیریت منابع، تنوع محصول و انتخاب محل کوچ نیز در نظر گرفته شود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که کوچ‌روی بدون طراحی دقیق، لزوماً منجر به افزایش تولید یا پایداری اقتصادی نمی‌شود (Pilati & Prestamburgo, 2016). در مطالعه‌ای موردی در کشور اسلوونی، داده‌های رسمی مربوط به بیش از ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ کوچ سالانه زنبورداران طی یک دوره نُه ساله تحلیل شد. نتایج نشان داد که کوچ‌روی اگرچه با هدف افزایش بهره‌برداری از منابع شهد و گرده انجام می‌شود، اما هزینه‌های حمل‌ونقل، زمان و مدیریت می‌تواند سودآوری نهایی را تحت تأثیر قرار دهد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر هم‌راستا هستند و نشان می‌دهند که کوچ‌روی بدون ارزیابی دقیق هزینه–فایده ممکن است منجر به کاهش کارایی اقتصادی شود (Pavlin *et al*., 2025).

در این مطالعه، دو متغیر «مصرف شکر» و «نسبت کندوهای فعال» به‌عنوان عوامل همبسته وارد مدل شدند، چرا که هر دو می‌توانند بازتابی از کیفیت مدیریت زنبوردار باشند. نخست، لازم به یادآوری است که زنبورستان‌هایی که تولید عسل تغذیه‌ای یا نیمه–تغذیه‌ای را اظهار کرده بودند، در مرحله پیرایش داده حذف شدند. بنابراین داده‌های باقی‌مانده مربوط به زنبورستان‌هایی است که تغذیه با شکر را صرفاً در فصل رشد یا در بازه‌های قطع شهد طبیعی انجام داده‌اند. در این شرایط، تغذیه به‌موقع در ابتدای بهار موجب رشد سریع‌تر کلنی، افزایش جمعیت و در نتیجه افزایش تولید عسل می‌شود. هم‌چنین کلنی‌هایی که دچار استرس تغذیه‌ای نشده‌اند، از سلامت عمومی بالاتری برخوردارند. از سوی دیگر، نسبت کندوهای فعال نیز شاخصی از انسجام مدیریتی زنبورستان است. زنبوردارانی که با جابه‌جایی قاب‌های نوزاد یا جمعیت، یا تعویض به‌موقع ملکه‌ها، توانسته‌اند اکثریت کندوها را در وضعیت فعال نگه دارند، عملاً مدیریت مؤثرتری اعمال کرده‌اند. بنابراین، هر دو متغیر نه‌تنها با عملکرد تولیدی همبستگی معنی‌داری دارند، بلکه می‌توانند به‌عنوان سنجه‌های مدیریتی در تحلیل‌های اقتصادی و فنی موردتوجه قرار گیرند (Sammataro & Weiss, 2013; Harris, 2010; Saini *et al*., 2022).

با مطالعه ساختار درآمد و هزینه زنبورستان‌های تک‌محصول یا چندمحصول می‌توان دریافت که عسل همچنان منبع اصلی درآمد به‌شمار می‌رود و سهم آن در سود نهایی یک زنبورستان پررنگ است. اما در زنبورستان‌های چندمحصول

(۳۹ واحد از ۲۴۹) در حدود ۲۲ درصد از درآمد کل از طریق تولید محصولاتی مانند ژل رویال، گرده گل، ملکه، بره‌موم و بچه‌کندو تأمین می‌گردد و نسبت درآمد/هزینه در این گروه‌ها بالاتر بود. از طرف دیگر، تغذیه کلنی (شکر و کیک گرده) و نیروی کار بیش‌ترین سهم را در هزینه‌ها داشتند. نسبت درآمد به هزینه در زنبورستان‌های چندمحصول نسبت به زنبورستان-های تک‌محصول در حالتی‌که تنها عسل به‌عنوان محصول زنبورستان در نظر گرفته شود ۱۴ درصد کم‌تر بوده. این بدان معناست که در زنبورستان‌های چندمحصول ناگزیر تمرکز از تولید عسل به سمت دیگر فرآورده‌ها رفته، اما در نهایت با احتساب درآمد دیگر فرآورده‌ها، نسبت درآمد به هزینه ۱۰ درصد افزایش داشته است. با مقایسه سیستم زنبورداری چند–محصول با سیستم زنبورداری تک–محصول می‌توان دریافت که زنبورداری چندمحصولی علاوه بر نیاز بیش‌تر به خوراک، به کوچ‌های بیش‌تر یا طولانی‌تری نیازمند است. این امر می‌تواند ریشه در ماهیت زنبورداری چندمحصول داشته باشد که در آن طول فصل رشد و دسترسی به منابع گرده با کیفیت از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (Kanelis, 2024).

از نقاط قوت این پژوهش آن بود که عملکرد و سودآوری زنبورستان‌ها در سطح ملی، با اندازه نمونه قابل‌قبول و در شرایط مزرعه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌ها به‌طور مستقیم از خروجی زنبورستان‌های فعال استخراج شد و بنابراین نتایج نسبت به مطالعاتی که در شرایط کنترل‌شده یا توسط پژوهش‌گران اداره می‌شوند، به شرایط واقعی نزدیک‌تر است. آماره‌های توصیفی عملکردی و اقتصادی نشان‌دهنده تنوع قابل‌توجهی در سطح کشور است، درحالی‌که مطالعات محدود به یک منطقه یا گروه خاص به‌سادگی قابل تعمیم به کل کشور نیستند. بر همین اساس، یافته‌های این پژوهش توانسته است تصویری نزدیک به واقعیت از تنوع عملکردی و اقتصادی زنبورداری در سطح ملی ارائه دهد. در کنار امکان دسترسی به داده‌های اقتصادی و مدیریتی واقعی در مقیاس بزرگ، باید توجه داشت که ماهیت خوداظهاری این نوع جمع‌آوری داده، ممکن است باعث اریب یا خطای ذهنی شود. یکی از بهترین راه‌های مدیریت این مشکلات، ایجاد امکان برای مشارکت حداکثری ذینفعان است. این تنوع عملکردی در سطح ملی با یافته‌های بین‌المللی هم‌خوانی دارد که نشان می‌دهد تفاوت ژنوتیپی و محیطی می‌تواند به نتایج متفاوت در بهره‌وری کلنی‌ها منجر شود (Hatjina *et al*., 2014).

یکی از چالش‌های اصلی پژوهش‌های زنبورداری، دشواری رکوردگیری مستقیم از کلنی‌هاست. پراکندگی جغرافیایی و هزینه بالای پایش، ثبت دقیق داده‌ها را در سطح کلنی محدود می‌کند. در این مطالعه به جای رکوردگیری خرد، از اطلاعات کلان زنبورستان‌ها استفاده شد. زنبورداران معمولاً با داده‌های کلی واحد خود مانند میزان کل برداشت عسل، مقدار خوراک خریداری‌شده و هزینه‌های اصلی آشنا هستند و این آگاهی امکان محاسبه شاخص‌های سرانه (کلنی/سال) را فراهم می‌کند.

این مطالعه محدودیت‌هایی نیز دارد. هزینه نیروی کار (به‌جز زنبورداری چندمحصولی) و استهلاک به‌صورت ثابت در نظر گرفته شد. این تصمیم به‌منظور استانداردسازی محاسبات و امکان مقایسه گروه‌ها اتخاذ گردید، زیرا بسیاری از زنبورداران برای کار خود دستمزدی محاسبه نمی‌کنند و گزارش‌های مربوط به استهلاک نیز مشابه بود. با این‌حال، این فرض می‌تواند بخشی از ناهمگونی واقعی میان واحدها را تا حدی پوشش بدهد. علاوه بر این، برخی هزینه‌ها مانند اجاره زمین که در مواردی وجود دارند، به‌خاطر ماهیت آن‌ها در مدل لحاظ نشدند.

در سال‌های اخیر هم‌زمان با عدم موفقیت برنامه اصلاح نژاد زنبورهای ایران در جلب نظر زنبورداران، بسیاری از آنان با واردات غیرقانونی ملکه اقدام به تعویض نژاد در زنبورستان‌های خود کرده‌اند (Ghassemi Khademi, 2017). با این‌حال، با توجه به سیستم منحصر به فرد ملکه‌های زنبورعسل در جفت‌گیری نمی‌توان به سادگی گفت که زنبورستان از یک نژاد خالص تشکیل شده است. در این پژوهش تنها از زنبورداران در رابطه با پایه مادری زنبورستان و منشأ آن پرسیده شد، که خلوص نژاد زنبورستان موردمطالعه حداقل ۵۰ درصد خواهد بود.

از سوی دیگر، میانگین تولید عسل لیگوستیکا پایین‌تر از کارنیکا بود، کلنی‌های دارای نژاد کارنیکا به‌ترتیب ۹ و ۱۰۴

درصد سود بیش‌تری را نسبت به کلنی‌های نژاد لیگوستیکا و بومی حاصل کرده‌اند. هم‌چنین بررسی داده‌ها نشان داد که حدود ۳۰ درصد از زنبوردارانی که از نژاد لیگوستیکا استفاده می‌کردند، به تولید محصولات جانبی نیز مشغول بودند، نرخی که بالاتر از میانگین کل نمونه بود. در همین گروه‌های چندمحصولی، زنبورستان‌های دارای نژاد لیگوستیکا به‌طور میانگین ۴۸ درصد سود بیش‌تری نسبت به میانگین کل تولید کردند و نسبت درآمد به هزینه آن‌ها نیز ۱۵/۶ درصد بالاتر از میانگین کل بود. این ارقام نشان می‌دهند که لیگوستیکا در ترکیب با الگوی تولید چندمحصولی، ظرفیت بالاتری برای افزایش درآمد و تنوع‌بخشی اقتصادی دارد. در مطالعه‌ای در استان کفرالشیخ مصر، عملکرد نژادهای هیبریدی ایتالیایی و کارنیکا در تولید عسل، گرده، ژل رویال و موم مقایسه شد. نژاد ایتالیایی در تولید عسل پنبه، گرده و موم برتری داشت، درحالی‌که نژاد کارنیکا در تولید ژل رویال و عسل شبدر عملکرد بهتری نشان داد. این تفاوت‌ها نشان می‌دهد که انتخاب نژاد می‌تواند ساختار درآمدی زنبورداری را تحت تأثیر قرار دهد (Serag El-Dien, 2004).

مطالعه‌ای در عربستان سعودی نشان داد که نژاد کارنیکا به‌طور میانگین حدود ۲۸ درصد عسل بیش‌تری نسبت به نژاد یمنی (*A. m. jemenitica*) تولید می‌کند، درحالی‌که نژاد یمنی از نظر وسعت ناحیه نوزادان، جمعیت کلنی و ذخیره گرده که برای بقای این نژاد ضروری است، عملکرد بهتری دارد. این تفاوت‌ها با نتایج پژوهش حاضر هم‌راستا هستند و نشان می‌دهند که انتخاب نژاد باید براساس هدف تولید و شرایط اقلیمی صورت گیرد (Taha & Al-Kahtani, 2019). در مطالعه‌ای مقایسه‌ای در مصر، چهار نژاد زنبورعسل از نظر رفتار ذخیره گرده و پرورش نوزادان بررسی شدند. نتایج نشان داد که نژادهای کارنیکا و قفقازی در ذخیره گرده و وسعت ناحیه نوزادان عملکرد بهتری نسبت به نژادهای بومی داشتند، درحالی‌که نژادهای بومی از نظر سازگاری اقلیمی و مقاومت زیستی مزیت نسبی داشتند. این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر هم‌راستا هستند و تأکید می‌کنند که انتخاب نژاد باید با توجه به هدف تولید و شرایط محیطی صورت گیرد (Elaidy & Tolba, 2017; Meixner *et al*., 2014). در پژوهشی در منطقه اژه ترکیه، عملکرد نژاد بومی موغلا با نژاد ایتالیایی مقایسه شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در رشد جمعیت کلنی و تولید نوزادان بین دو نژاد مشاهده نشد، اما نژاد ایتالیایی در تولید عسل عملکرد بهتری داشت. این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر هم‌راستا هستند و نشان می‌دهند که نژادهای وارداتی می‌توانند در شرایط خاص اقلیمی بازده بالاتری داشته باشند (Kovac *et al*., 2014)، هرچند نژادهای بومی از نظر سازگاری و پایداری زیستی همچنان مزیت دارند (Yücel & Kösoğlu, 2011).

نگهداری نژاد بومی ممکن است برای زنبورداران تجاری که هدف اصلی‌شان حداکثرسازی سود است توجیه اقتصادی نداشته باشد، اما این نژاد می‌تواند در شرایط خاص مانند زنبورداری در مناطق محروم، برنامه‌های توانمندسازی خانوارهای کم‌درآمد، افراد دارای ضعف در مدیریت مالی یا زنبورداری تفریحی با سرمایه محدود گزینه‌ای مناسب و کارآمد باشد. تاب‌آوری بالای نژاد بومی در برابر کمبود نهاده‌های تغذیه‌ای و شرایط سخت محیطی، آن را به گزینه‌ای مناسب برای توانمندسازی اقتصادی در مناطق کم‌برخوردار تبدیل می‌کند. Adgaba و همکاران (۲۰۱۴) در گزارشی اعلام کردند ۷۱/۵ درصد از زنبورداران در کشور عربستان تمایل دارند تا از زنبورهای بومی به‌خاطر تاب‌آوری بهتر نسبت به زنبورهای وارداتی استفاده کنند. ۸۲ درصد کندوها با ملکه آمیخته بعد از اولین برداشت تلف شده‌اند. بهره‌برداری مؤثر از این مزیت‌ها نیازمند طراحی و اجرای بسته‌های آموزشی و حمایتی هدفمند و عملیاتی است. در نهایت، یافته‌های این پژوهش به‌هیچ‌وجه به معنای حذف نژاد بومی نیست. حفظ و تقویت این نژاد، به‌عنوان بخشی از تنوع زیستی و میراث ژنتیکی کشور، مسئولیتی جمعی است. هدف این پژوهش صرفاً آن است که سرمایه و تلاش زنبورداران به‌سمت گزینه‌هایی هدایت شود که در شرایط فعلی بیش‌ترین بهره‌وری و پایداری اقتصادی را فراهم می‌کنند، درحالی‌که حفظ نژاد بومی نیز به‌عنوان یک اولویت اکولوژیک و راهبردی باید در برنامه‌های ملی زنبورداری جایگاه خود را داشته باشد.

این پژوهش نشان می‌دهد که ارتقای کارایی و پایداری زنبورداری در ایران نیازمند رویکردی چندبعدی است که هم‌زمان به بهبود نژاد، مدیریت و ساختار بازار توجه داشته باشد. از منظر نژادی در واحدهایی که هدف اصلی افزایش تولید عسل است، استفاده از ملکه‌های اصلاح‌شده یا وارداتی می‌تواند بازده تولید را بالا ببرد. با این‌حال، حفظ و تقویت نژاد بومی به‌عنوان یک ذخیره ژنتیکی ارزشمند و مقاوم در برابر تنش‌های محیطی باید در چارچوب برنامه‌های ملی اصلاح و حفاظت ژنتیکی دنبال شود (رحیمی و همکاران، ۱۴۰۲). از دید مدیریتی، تبدیل نظام‌های ایستا به کوچ‌رو تنها زمانی مزیت‌آور خواهد بود که با ایجاد زیرساخت‌های مناسب حمل‌ونقل، آموزش فنی در زمینه تغذیه و بهداشت کلنی و نیز حمایت بازار از تولیدکنندگان همراه باشد، زیرا کوچ‌روی بدون پشتیبانی ساختاری و مدیریتی، الزاماً منجر به افزایش تولید نخواهد شد. در بعد اقتصادی، توسعه بازار فرآورده‌های جانبی همچون ژل رویال، گرده، بره‌موم و ملکه و ایجاد ظرفیت‌های فرآوری و بسته‌بندی این محصولات می‌تواند انگیزه‌ای قوی برای حرکت زنبورداران به سوی زنبورداری چندمحصولی ایجاد کرده و مسیر پایدارتری برای افزایش سودآوری و تاب‌آوری اقتصادی این صنعت فراهم آورد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مطالعه نشان داد که نژاد ملکه تأثیر زیادی بر تولید عسل دارد، به‌طوری‌که ملکه‌های وارداتی عملکرد بالاتری نسبت به نژاد بومی دارند، اما نژاد بومی به‌خاطر سازگاری محلی و کاهش ریسک‌پذیری، ارزش محافظتی خود را حفظ می‌کند. نوع مدیریت (ایستا یا کوچ‌رو) به‌تنهایی تولید عسل را افزایش نمی‌دهد، اما مدیریت کوچ‌رو از منظر اقتصادی (درآمد کل و نسبت درآمد به هزینه) مزیت‌آور است.

۶. ملاحظات اخلاقی

این پژوهش کد اخلاق را به شماره ۷۱۰۸۰۱۴/۶/۵۷ از کمیته اخلاق دانشکده کشاورزی/دانشگاه تهران دریافت کرده است.

۷. مشارکت نویسندگان

مهدی اخوان مقدم: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها، انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش‌نویس مقاله؛

محمد مرادی شهربابک، سید رضا میرائی آشتیانی: استاد راهنمای مشترک رساله، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله؛

علی صادقی سفید مزگی: استاد مشاور پایان‌نامه، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله.

۸. حامی مالی

حمایت مالی از این پژوهش از طرف دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی در قالب پژوهانهٔ رساله دانشجویی نویسنده اول و هم‌چنین پژوهانهٔ برای سایر نویسندگان انجام شده است.

۹. تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران به‌خاطر حمایت مالی و معنوی و پرورش‌دهندگان زنبورعسل ایران به‌خاطر دراختیارگذاشتن اطلاعات مورد نیاز پژوهش حاضر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۰. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۱۱. منابع

حاج‌علیان، ادریس و معصومی، شمس (۱۳۹۶). تحلیل برخی اقدامات زنبورداران و تأثیر آن بر عملکرد زنبورستان‌های منطقه اشنویه. *پژوهش‌های علوم دامی (دانش کشاورزی)*، ۲۷ (۳)، ۱۴۷-۱۶۰.

حسینی، سید عرفان؛ براتی، علی‌اکبر و شعبانعلی فمی؛ حسین (۱۴۰۳). بررسی وضعیت اقتصادی واحدهای پرورش زنبورعسل در شهرستان فریدونشهر استان اصفهان. *علوم دامی ایران*، ۵۵(۴)، ۶۶۵-۶۸۱.

رحیمی، عطاالله؛ طهماسبی، غلامحسین؛ بهمنی، حمیدرضا؛ صالحی، صالح؛ زارع، بدرالدین؛ پارسانسب، عبدالستار و رخزاد، بابک (۱۴۰۲). ارزیابی مقایسه‌ای عملکرد ملکه‌های اصلاح‌شده زنبورعسل ایرانی (*Apis mellifera meda* Skorikov 1929) در شرایط اقلیمی استان کردستان. *پژوهش‌های تولیدات دامی*، ۱۴ (۱)، ۱۱۱-۱۰۲

عبادی، رحیم (۱۳۶۶). مقایسه عملکرد پنج نژاد و هیبرید خارجی زنبورعسل با نژاد بومی ایران درمنطقه اصفهان. *مجله علوم کشاورزی ایران*، ۳.

مهدوی، محمود؛ رحمانی، بیژن و تاج، شهره (۱۳۹۶). بررسی تأثیر زنبورداری بر توسعه اقتصادی پایدار روستا در شهرستان نکا. *فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)*، ۷ (۲۹)، ۱۱۷-۱۲۸.

References

Adgaba, N., Al-Ghamdi, A., Shenkute, A. G., Ismaiel, S., Al-Kahtani, S., Tadess, Y. ... & Abdulaziz, M. Q. A. (2014). Socio-economic analysis of beekeeping and determinants of box hive technology adoption in the Kingdom of Saudi Arabia. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, *24*(6).

Bienefeld, K. (2025). *Innovations in honey bee breeding: new goals, traits, and methods.* In A. Uzunov & X. Chen (Eds.), *Honey bee breeding–Global examples, practical experience: Conference proceedings* (pp. 43–52).

Ebadi, R. (1987). Comparative performance of five foreign honey bee breeds and hybrids with the native Iranian breed in the Isfahan region. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 3, 45-56. (In Persian).

Elaidy, W. K. M., & Tolba, A. (2017). Comparative evaluation of four honeybee races according to pollen storage and worker brood rearing activities under natural conditions. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, *12*, 40-49. https://doi.org/10.9790/3008-1201044049

Ghassemi Khademi, T. (2017). The necessity of preventing the extinction of Persian honeybee (*Apis mellifera meda*), a valuable biotic and genetic resource of Iran. *Denisia*, 74(1), 94-96.

Hajalian, E., Shams, A., & Masoumi, R. (2017). Analysis of some beekeepers activities and their effect on apiary performance in Oshnavieh region. *Animal Science Research*, 27(3), 471-480. (In Persian).

Harris, J. L. (2010). The effect of requeening in late July on honey bee colony development on the Northern Great Plains of North America after removal from an indoor winter storage facility. *Journal of Apicultural Research*, *49*(2), 159-169. https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.2.04

Hatjina, F., Costa, C., Büchler, R., Uzunov, A., Drazic, M., Filipi, J. ... & Kezic, N. (2014). Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. *Journal of Apicultural Research*, *53*(2), 233-247. https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.05

Holmes, L. A., Ovinge, L. P., Kearns, J. D., Ibrahim, A., Wolf Veiga, P., Guarna, M. M., ... & Hoover, S. E. (2023). Queen quality, performance, and winter survival of imported and domestic honey bee queen stocks. *Scientific Reports*, *13*(1), 17273. https://doi.org/10.1038/s41598-023-44298-x

Kanelis, D., Liolios, V., Rodopoulou, M. A., Papadopoulou, F., & Tananaki, C. (2024). Production and quality characteristics of royal jelly in relation to available natural food resources. *Resources*, *13*(4), 55. https://doi.org/10.3390/resources13040055

Kovac, H., Käfer, H., Stabentheiner, A., & Costa, C. (2014). Metabolism and upper thermal limits of *Apis mellifera carnica* and *A. m. ligustica*. *Apidologie*, *45*(6), 664-677. https://doi.org/10.1007/s13592-014-0284-3

Kim, H. Y. (2014). Statistical notes for clinical researchers: Nonparametric statistical methods: 1. Nonparametric methods for comparing two groups. *Restorative dentistry & endodontics*, *39*(3), 235. https://doi.org/10.5395/rde.2014.39.3.235

Kükrer, M., Kence, M., & Kence, A. (2021). Honey bee diversity is swayed by migratory beekeeping and trade despite conservation practices: Genetic evidence for the impact of anthropogenic factors on population structure. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *9*, 556816. https://doi.org/10.3389/fevo.2021.556816

Mahdavi, M., Rahmani, B., & Taj, S. (2017). Investigation of the impact of beekeeping on sustainable economic development of villages in Neka County. *Journal of Geography (Regional Planning)*, 7(29), 117-128. (In Persian).

Mazhari, M., & Seyeddokht, A. (2023). Economic analysis of apiculture and factors affecting production in Khorasan Razavi province of Iran. *Honeybee Science Journal*, *13*(25), 2-14. (In Persian). https://doi.org/10.22034/hbsj.2023.129651

Meixner, M. D., Büchler, R., Costa, C., Francis, R. M., Hatjina, F., Kryger, P., Uzunov, A., & Carreck, N. L. (2014). Honey bee genotypes and the environment. *Journal of Apicultural Research*, 53(2), 183-187. https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.01

Minozzi, G., Lazzari, B., De Iorio, M. G., Costa, C., Carpana, E., Crepaldi, P. ... & Pagnacco, G. (2021). Whole-Genome sequence analysis of Italian honeybees (*Apis mellifera*). *Animals*, *11*(5), 1311. https://doi.org/10.3390/ani11051311

Palacio, M. A., Guzman-Novoa, E., Corona, M., Alburaki, M., Reynaldi, F. J., Invernizzi, C., & Fernández de Landa, G. (2024). Honey bee populations surviving Varroa destructor parasitism in Latin America and their mechanisms of resistance. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 12, Article 1434490. https://doi.org/10.3389/fevo.2024.1434490

Pavlin, A., Marinč, A., & Prešern, J. (2025). Go with the flow: a case study of migratory beekeeping and its associated costs. *Journal of Economic Entomology*, toaf119. https://doi.org/10.1093/jee/toaf119

Pilati, L., & Prestamburgo, M. (2016). Sequential relationship between profitability and sustainability: The case of migratory beekeeping. *Sustainability*, *8*(1), 94. https://doi.org/10.3390/su8010094

Rahimi, A., Tahmasebi, G., Bahmani, H. R., Salehi, S., Zare, B., Parsanaseb, A., & Rokhzad, B. (2023). Comparative evaluation of performance for improved Iranian honey bee queens (Apis mellifera meda Skorikov, 1929) in the climate conditions of Kurdistan Province. Animal Production, 14(1), 102–111. (In Persian). https://doi.org/10.61186/rap.14.39.102

Saini, S., Chaudhary, O. P., & Anoosha, V. (2022). Maximizing income through beekeeping (*Apis mellifera*) by following right management practices. *Journal of Apicultural Research*, *61*(1), 19-25. https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1864091

Sammataro, D., & Weiss, M. (2013). Comparison of productivity of colonies of honey bees, *Apis mellifera*, supplemented with sucrose or high fructose corn syrup. *Journal of insect science*, *13*(1), 19. https://doi.org/10.1673/031.013.1901

Serag El-Dien, F. Sh. (2004). Comparative study on some products of Italian and Carniolan honeybee hybrids at Kafr El-Sheikh governorate. *Journal of Plant Protection and Pathology*, *29*(1), 409-416.

Taha, E. K. A., & Al-Kahtani, S. N. (2019). Comparison of the activity and productivity of Carniolan (*Apis mellifera carnica Pollmann*) and Yemeni (*Apis mellifera jemenitica Ruttner*) subspecies under environmental conditions of the Al-Ahsa oasis of eastern Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *26*(4), 681-687. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.10.009

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, *2*, 53. https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd

Vaziritabar, S., & Esmaeilzade, S. M. (2016). Profitability and socio-economic analysis of beekeeping and honey production in Karaj state, Iran. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, *4*(4), 1341-1350.

Yücel, B., & Kösoğlu, M. (2011). Comparisons of Mugla ecotype and Italian cross honey bees for some performances in Aegean Region (Turkey). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(6), 1025-1029. https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.5092