

Research Article

Vol. 18, No.1, 2026, p. 151-168



Comparison of Colonies Performance of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Housed in Open-Bottom and Closed-Bottom Langstroth Wooden Hives

Babak Rokhzad¹, Ataollah Rahimi^{1*}, Hamidreza Bahmani¹, Saleh Salehi¹, Baharak Mohammadian¹

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

*Corresponding Author's Email: ata.rahimi@areeo.ac.ir

How to cite this article:

Received: 14-12-2025

Revised: 14-08-2026

Accepted: 26-04-2026

Available Online: 04-04-2026

Rokhzad, B., Rahimi, A., Bahmani, H., Salehi, S., & Mohammadian, B. (2026). Comparison of colonies performance of honey bee (*Apis mellifera* L.) housed in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 18(1), 151-168. (in Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.96981.1285>

Introduction: Many flowering plants rely on honey bees (*Apis mellifera* L.) for pollination. Any human or natural factor that threatens the survival of a honey bee colony can have a major impact on plant production. Various threats and factors affect honey bee colonies and beekeeping success, including genotype, internal hive factors (such as the queen, bee pests and diseases), and external hive factors (such as hive type, weather conditions, temperature, humidity, etc.). One of the factors that has a great impact on the success of beekeeping and increasing the performance of honey bee colonies is the type of hive. Open-bottom hives have been used in European countries including Germany for decades, but the use of open-bottom hives in Iran is new. There is not much information available to beekeepers about the use of open-bottom hives in Iran. For this reason, beekeepers do not routinely use these hives. The limited number of beekeepers who use these hives are always concerned about hive losses, especially during the cold seasons. Few studies have been conducted in Iran on the type of hive, especially open-bottom and closed-bottom wooden Langstroth hives, hives made of different materials, and the effect of hive type on the performance of honeybee colonies. Therefore, the present study aimed to compare the performance of honey bee colonies (*Apis mellifera* L.) housed in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the climatic conditions of Kurdistan province, Iran during 2019-2021.

Material and Methods: The present study was conducted in a completely randomized design with two treatments (the first treatment was open-bottomed Langstroth wooden hives, and the second treatment was closed-bottomed Langstroth wooden hives) and seven replications. In May 2019, a colony with a modified Iranian honey bee (*Apis mellifera meda*) queen was purchased from the Animal Science Research Institute of Iran, and 20 sister queens were raised from this hive in the climatic conditions of Sanandaj county, Kurdistan province. At the same time, seven open-bottomed Langstroth wooden colonies and seven closed-bottomed Langstroth wooden colonies were prepared for the introduction of reared queens. Four frames of bees (preferably frames containing larvae and pupae) were transferred from the supporting colonies into open and closed-bottom hives for the implementation of the project four days before the birth of virgin queens. Then, the hives were placed one meter apart inside the Gerizeh Research Station of the Kurdistan Agricultural and



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

 <https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.96981.1285>

Natural Resources Research and Education Center. One day before the queens were born, queen cells were removed from the studied hives, and then virgin queens were simultaneously introduced into open-bottom and closed-bottom hives. After 10 days and observing egg laying to ensure successful mating of the queens, the hives were simultaneously homogenized in terms of population (adults and brood) according to the instructions of Delaplane et al. (2013). The colonies were maintained in the pastures of the Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center until the following year, and then the studied traits were measured. In the present study, honey production, pollen collection, brood population, adult population, overwintering ability, and Varroa mite infestation traits were investigated in the studied colonies. In the present study, temperature and humidity inside the colonies were also measured during the project implementation.

Results and Discussion: The results of analysis of variance showed that the effect of treatment on the studied traits was significant ($p<0.01$) in the present study. The results of comparing the means based on Tukey's method at a probability level of 1% showed that the highest mean of honey production, pollen collection, overwintering performance, brood population, and adult population were related to open-bottomed Langstroth wooden hives, and the lowest of these traits were related to closed-bottomed Langstroth wooden hives. Also, the highest average Varroa mite infestation with an average of 165 mites was associated with closed-bottom Langstroth wooden hives, and the lowest with an average of 105 mites was associated with open-bottom Langstroth wooden hives.

Conclusion: Our findings show that the open-bottomed Langstroth wooden hives performed better than closed-bottomed Langstroth wooden colonies in terms of the traits studied in the present study. Therefore, considering the significant superiority of all studied traits in open-bottom Langstroth wooden hives, the use of open-bottom Langstroth wooden hives can be recommended to improve the functional traits of colonies and increase the productivity of apiaries in the climatic conditions of Kurdistan province and other neighboring provinces with similar climatic conditions.

Keywords: *Apis mellifera meda*, Functional traits, Hive type, Kurdistan, Langstroth

مقایسه عملکرد کلنی‌های زنبورعسل (*Apis mellifera* L.) نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته

بابک رخزاد^۱، عطااله رحیمی^{۱*}، حمیدرضا بهمنی^۱، صالح صالحی^۱، بهارک محمدیان^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۶

چکیده

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار و هفت تکرار با هدف مقایسه عملکرد کلنی‌های زنبورعسل (*Apis mellifera* L.) نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ انجام شد. تیمارها شامل کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته بودند. در سال اول مطالعه (۱۳۹۸)، کلنی‌های آزمایشی از لحاظ سن ملکه و جمعیت (نوزادان و زنبورهای بالغ) مورد همسان‌سازی قرار گرفتند. در مطالعه حاضر، صفاتی از قبیل تولید عسل، جمع‌آوری گرده، جمعیت نوزادان، جمعیت زنبورهای بالغ، آلودگی به کنه واروا و توان زمستان‌گذرانی کلنی‌های زنبورعسل مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میانگین صفات تولید عسل (۱۸/۳ کیلوگرم)، جمع‌آوری گرده (۱۷۵/۶۸ گرم)، جمعیت نوزادان (۱۲/۵ قاب)، جمعیت زنبورهای بالغ (۸/۵ قاب) و توان زمستان‌گذرانی (۰/۶۸) مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کمترین میانگین این صفات مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته بود. همچنین، بیشترین میانگین آلودگی به کنه واروا با میانگین ۱۶۵ کنه مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته و کمترین آن با میانگین ۱۰۵ کنه مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف باز بود. با عنایت به برتری معنی‌دار همه صفات مورد مطالعه در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز در مطالعه حاضر می‌توان استفاده از این کندوها را برای بهبود صفات عملکردی کلنی‌های زنبورعسل و افزایش بازده اقتصادی زنبورستان‌ها در شرایط اقلیمی استان کردستان و سایر استان‌های همجوار با شرایط آب و هوایی مشابه توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: زنبورعسل ایرانی، صفات عملکردی، کردستان، لانگستروت، نوع کندو

مقدمه

و آب و هوا و پوشش گیاهی عوامل اصلی مؤثر بر این حرفه هستند (Erdogan et al., 2019). تهدیدات و فاکتورهای مختلف کلنی‌های زنبورعسل و موفقیت در امر زنبورداری را تحت تأثیر قرار می‌دهند که از آن جمله می‌توان به ژنوتیپ، عوامل داخلی کندو (مثل ملکه، آفات و بیمارهای زنبورعسل) و عوامل خارجی کندو (مثل نوع کندو، شرایط آب و هوایی، دما، رطوبت و غیره) اشاره کرد (Al-Qarni, 2006; Tan et al., 2012; Abou-Shaara et al., 2013; Abou-Shaara, 2014).

اگرچه تحقیقات زیادی در مورد عوامل مؤثر بر زنبورداری در جهان انجام شده است، اما مطالعات بسیار کمی در ایران به‌ویژه در مورد تأثیر انواع کندو بر عملکرد کلنی‌ها که برای زنبورداری از اهمیت بالایی برخوردار است، صورت گرفته است. در طول دهه‌های اخیر، با ورود آفات خطرناکی مانند کنه واروا (*Varroa destructor*)

زنبورعسل (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) یکی از مهم‌ترین حشرات اجتماعی موجود در طبیعت است که نقش برجسته‌ای در گرده افشانی گل‌ها، تأمین امنیت غذایی و اشتغال‌زایی در صنایع جانبی دارد (Rahimi & Parichehreh, 2024; Karami et al., 2025). زنبورداری به‌عنوان یک شاخه ضروری در کشاورزی در نظر گرفته می‌شود و مطالعات در این زمینه در جهان رو به گسترش است. پرورش زنبورعسل یک سیستم تولیدی وابسته به طبیعت است

۱- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

(Email: ata.rahimi@areeo.ac.ir)

(*) نویسنده مسئول:

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.96981.1285>

Anderson & Trueman, 2000) به کلنی‌های زنبورعسل، سلامتی زنبورها به‌طور خاص کاهش یافته است (Ramsey et al., 2019; Islam et al., 2023; Rahimi et al., 2025)، به‌طوری‌که این موضوع منجر به انجام فعالیت‌های زیادی در جهت شناسایی "انواع آفات و بیماری‌های موجود در کلنی‌ها" که به جهات مختلف حیات زنبورعسل را تهدید می‌کنند، شده است (Rashid et al., 2020; Wueppenhors et al., 2024). از سوی دیگر، استفاده از روش‌های مدیریتی برای کنترل برخی از آفات و بیماری‌های زنبورعسل و افزایش عملکرد زنبورستان باعث شده است که استفاده از انواع مختلف کندوها مدنظر زنبورداران قرار گیرد. یکی از انواع کندوهای مورد استفاده در سال‌های اخیر در ایران کندوهای چوبی لانگستروت کف باز است که بخش زیرین آن باز بوده و به‌وسیله صفحات مشبک یا توری مانع عبور زنبورها از زیر کندو به داخل آن می‌شود اما به‌دلیل باز بودن، ورود هوا به داخل کندو راحت‌تر صورت می‌گیرد. همچنین، باز بودن کف کندو و نصب صفحات مشبک یا توری در کف کندو راهی برای حذف کنه‌هایی است که به دلایل مختلف از بدن زنبورها سقوط می‌کنند. استفاده از کندوی کف باز در کشور آلمان و دیگر کشورهای اروپای مرکزی از سال ۱۹۷۰ کاربرد داشته و زنبورداران این مناطق به علت مزایای آن نسبت به کندوهای کف بسته رضایت مطلوبی را هنگام استفاده از این نوع کندو گزارش کردند (Traynor, 2007). در مطالعه‌ای گزارش شد که استفاده از کندوهای کف باز مزایای زیادی از قبیل آرام کردن زنبورها، نیش زدن کمتر زنبورها، جلوگیری از تجمع رطوبت در داخل کندو و کپک زدگی کلنی در فصول سرد و مرطوب سال، جلوگیری از گرمای زیاد داخل کندو، جلوگیری از خفگی زنبورها، کنترل آفات و بیماریها از جمله کنه واروا و نوزما (*Nosema apis*)، افزایش عملکرد و صرفه جویی در نیروی انسانی در مقایسه با کندوهای کف بسته دارد (Ataian, 2010). در پژوهش دیگری، محققان دما و رطوبت را در انواع مختلف کندو مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند دما و رطوبت در کندوهای لانگستروت چوبی کف باز، لانگستروت چوبی کف بسته، پلی استایرن ساده، پلی استایرن روکش‌دار و پلی استایرن روکش‌دار کف باز متفاوت است. این محققان کندوهای پلی استایرن روکش‌دار و چوبی کف باز را به‌دلیل تأمین دما و رطوبت ایده‌آل برای کلنی زنبورعسل به زنبورداران برای استفاده در زنبورستان توصیه کردند (Amiri, 2025; Ghanatsaman et al., 2025). همچنین، در مطالعه دیگری در سال ۲۰۱۴، تأثیر نوع کندوی چوبی و فومی بر پرورش نوزادان، تولید عسل و جمع‌آوری گرده کلنی‌های زنبور عسل (*A. mellifera*) در مصر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که مساحت نوزادان زنبورهای کارگر در کندوهای فومی بیشتر از کندوهای چوبی بود، ولی از لحاظ مساحت نوزادان زنبور نر، جمع‌آوری گرده، تعداد سلول ملکه و تولید عسل بین این دو نوع کندو تفاوت معنی‌داری

مشاهده نشد. نتایج این پژوهش نشان داد که کندوی چوبی برای پرورش زنبورعسل مناسب‌تر از کندوهای فومی در مطالعه حاضر بوده و کندوهای چوبی برای استفاده در زنبورستان‌های این کشور پیشنهاد شد (Taha, 2014). در پژوهش دیگری، اثر کندوهای چوبی، پلی استایرن و کندوهای عایق کامپوزیتی بر رشد کلنی‌های زنبورعسل مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی، صفاتی مانند تعداد قاب‌های زنبورهای بالغ، رشد نوزادان، افزایش وزن در دوره جریان شهد، فعالیت پرواز زنبورها، واکنش پرخاشگری و میزان تولید عسل به‌عنوان نشانگرهای انتخاب‌شده برای رشد کندو مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین بهره‌وری کلنی به‌طور معنی‌داری ($p < 0.01$) از لحاظ صفات مورد بررسی مربوط به کندوهای ساخته‌شده از جنس چوب بود، به‌طوری‌که تولید عسل آن‌ها تقریباً ۳۵ درصد بیشتر از کندوهای ساخته‌شده از جنس پلی استایرن و ۱۴ درصد بیشتر از کندوهای عایق‌شده از جنس کامپوزیت بود (Erdogan et al., 2019).

عمده فعالیت زنبورداری و تعداد کلنی‌های زنبورعسل کشور مربوط به مناطق شمال غرب و غرب کشور است. زنبورداران این مناطق به علت سرمای شدید و طولانی‌مدت زمستان و نوسانات دمایی ماه‌های ابتدایی سال (فروردین و اردیبهشت ماه) و نگرانی از سرمازدگی و تلفات کلنی‌ها در این فصول به‌طور کلی از کندوهای کف باز استفاده نمی‌کنند یا خیلی محدود از این کندوها استفاده می‌کنند. براساس بررسی‌های انجام‌شده، متأسفانه در کشور، کمترین مطالعه در خصوص مقایسه کندوهای مختلف تولیدی با در نظر گرفتن عوامل اصلی مانند عملکرد کلنی‌ها انجام شده است و اطلاعات مدون و مطالعات بر مبنای اصول علمی، اندک یا تقریباً در دسترس نیست. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف مقایسه عملکرد کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در شرایط اقلیمی استان کردستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان اجرای آزمایش

پژوهش حاضر طی بازه زمانی ۱۳۹۸ الی ۱۴۰۰ برای مقایسه عملکرد کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در شرایط اقلیمی شهرستان سنندج استان کردستان انجام شد.

نحوه اجرای آزمایش

مطالعه حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار (تیمار اول کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و تیمار دوم کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته) و هر تیمار در هفت تکرار اجرا گردید. در

و کف بسته معرفی شد. بعد از گذشت ۱۵ روز و مشاهده یک قاب پشت‌ورو تخم‌ریزی و اطمینان از جفت‌گیری موفقیت‌آمیز ملکه‌ها، به‌طور هم‌زمان اقدام به همسان‌سازی کندوها از لحاظ جمعیت براساس دستورالعمل دلاپلین و همکاران (Delaplane et al., 2013) گردید. کلنی‌ها بعد از اتمام شهد و گرده در منطقه (مرداد ۱۳۹۸) برای مدت محدودی (۳۶ روز به‌صورت یک روز در میان) با شربت شکر (۱ به ۲) تغذیه و سپس در ابتدای آبان ماه ۱۳۹۸ برای دوره زمستان‌گذرانی آماده گردید. با توجه به ضعیف بودن طبیعت از لحاظ شهد و گرده در اسفندماه تغذیه شدند. مجدداً کلنی‌ها با استفاده از خمیر شیرین در اسفندماه تغذیه شدند. مجدداً کلنی‌ها در اواخر فروردین ماه ۱۳۹۹ مورد بازدید و سپس از لحاظ جمعیت مورد همسان‌سازی قرار گرفتند. از آن زمان به بعد، کلنی‌های آزمایشی برای ارزیابی صفات تولید عسل، جمع‌آوری گرده، جمعیت نوزادان، جمعیت زنبورهای بالغ، توان زمستان‌گذرانی و آلودگی به کنه واروا مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند.

اردیبهشت ماه ۱۳۹۸ یک کلنی با ملکه اصلاح‌شده زنبور عسل ایرانی از مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور خریداری و از این‌کندو، ۲۰ ملکه خواهری در شرایط اقلیمی شهرستان سنندج استان کردستان (ایستگاه تحقیقاتی گریزه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان (جدول ۱) پرورش داده شد. هم‌زمان با این کار، هفت کلنی چوبی لانگستروت کف باز و هفت کلنی چوبی لانگستروت کف بسته برای معرفی ملکه‌های پرورش داده‌شده از شرکت‌های معتبر خریداری و برای ادامه پروژه آماده گردید (شکل ۱). سپس، چهار روز قبل از تولد ملکه‌های باکره، چهار قاب زنبور (ترجیحاً قاب‌های حاوی لارو و شفیره) از کلنی‌های پشتیبان به داخل کندوهای کف باز و کف بسته منتقل و برای ادامه و اجرای پروژه، کندوها به فاصله یک متر از هم در داخل ایستگاه تحقیقاتی گریزه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان مستقر شدند. یک روز قبل از تولد ملکه‌ها، اقدام به شاخون‌تراشی کندوهای آزمایشی گردید و سپس هم‌زمان ملکه‌های باکره به کندوهای کف باز

جدول ۱- مختصات جغرافیایی، دما و بارش سالیانه ایستگاه‌های تحقیقاتی در مطالعه حاضر

Table 1- Geographical coordinates, annual rainfall and average temperature of research stations in the present study

ایستگاه تحقیقاتی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	بارش سالیانه (میلی‌متر)	متوسط دما (درجه‌سانتی‌گراد)
Research station	Longitude	Latitude	Altitude	Annual rainfall (mm)	Average temperature (°C)
Gerizeh station	68° 45' 60.60	39° 05' 173.05	1384	425	18.4



شکل ۱- استقرار و آماده‌سازی کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در شرایط اقلیمی استان کردستان در مطالعه حاضر

Figure 1- Setting up and preparing open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the climatic conditions of Kurdistan province in the present study

در منطقه (مرداد ۱۳۹۹)، 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

ارزیابی صفات مورد مطالعه

تولید عسل

برای ارزیابی مقدار عسل تولیدی کلنی‌ها در فصل برداشت عسل

مترمربع عسل در دو طرف قاب را معادل ۳۰۴ گرم عسل در نظر گرفته می‌شود، استفاده گردید. با قرار دادن این کادرها روی هر دو طرف قاب‌های باقی‌مانده عسل در کندوها، در مجموع سطح عسل باقی‌مانده در هر کلنی محاسبه و ثبت گردید. در پایان با مجموع عسل باقی‌مانده و برداشتی، کل عسل تولیدی هر کندو به دست آمده و برای آن کندو ثبت شد. ارزیابی این صفت روی تمام کلنی‌های مورد مطالعه در فصل برداشت عسل در منطقه (مرداد ۱۳۹۹) انجام گردید.

استخراج‌شده از قاب‌های هر کلنی، میزان عسل تولیدی آن کلنی را تشکیل داد. جهت ارزیابی وزن دقیق عسل باقی‌مانده، از روش ارزیابی سطح عسل باقی‌مانده روی قاب‌ها به وسیله قاب‌های مخصوص که با سیم گالوانیزه به مسطیل ۵×۱۰ سانتی‌متر کادربندی شده است، استفاده گردید (شکل ۲) برای تخمین عسل باقی‌مانده با استفاده از تجربیات محققان ایرانی (Yarahmadi et al., 2008) و دیگر کشورها از روش تبدیل سطح به وزن، بدین ترتیب که هر دسی-



شکل ۲- ارزیابی عسل باقی‌مانده در کندو با استفاده از قاب مخصوص کادربندی‌شده

Figure 2- Evaluation of remaining honey in the hive by a specially framed frame

بودند، متناسب با جمعیت روی سطح قاب، قسمتی از یک قاب به‌عنوان جمعیت زنبورهای بالغ محسوب گردید. مجموع جمعیت قاب-ها به‌عنوان جمعیت کندو در نظر گرفته و ثبت شد (Rahimi et al., 2023).

جمعیت زنبورهای نوزاد

تعیین جمعیت نوزادان نیز در دو مرحله در ماه‌های خرداد و شهریور ۱۳۹۹ روی تمام کلنی‌ها انجام شد. برای بالا بردن دقت کار، از یک قاب خالی که با سیم گالوانیزه به مربع‌های ۵×۵ سانتی‌متر تقسیم شده بود، استفاده گردید و سپس با انطباق قاب کادربندی‌شده روی تک تک قاب‌های نوزادان هر کلنی، تعداد کادرهای نوزاد در هر قاب شمارش و سطح پوشش نوزادان برحسب سانتی‌مترمربع محاسبه شد (Rahimi et al., 2023).

توان زمستان‌گذرانی

برای ارزیابی صفت توان زمستان‌گذرانی، میزان جمعیت زنبورهای بالغ و ذخیره عسل تک تک کندوهای مورد مطالعه در دو نوبت مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی نوبت اول در اواسط پاییز ۱۳۹۹ هنگام

جمع‌آوری گرده

اندازه‌گیری سطح گرده ذخیره‌شده براساس دستورالعمل سپهری و همکاران (Sepehri et al., 2007) انجام شد. بدین ترتیب، طول و عرض یک کادر خالی به اندازه‌های دو سانتی‌متری درج و سپس به‌وسیله سیم گالوانیزه کادربندی گردید. شبکه‌های مربع به‌دست‌آمده، مساحتی برابر با چهار سانتی‌متر داشت. با منطبق نمودن کادر تقسیم‌بندی‌شده بر روی تک تک شان‌های کلنی‌ها و شمارش تعداد شبکه‌های مربع پر از گرده، سطح گرده ذخیره‌شده کلنی‌ها ارزیابی شد. ارزیابی این صفت در ماه‌های اردیبهشت-خرداد سال ۱۳۹۹، هر هفته یک بار به تعداد چهار بار روی کلنی‌های مورد مطالعه انجام گردید.

جمعیت زنبورهای بالغ

ارزیابی جمعیت زنبورهای بالغ در طی اجرای پروژه در دو مرحله (نوبت اول در خرداد و نوبت دوم در شهریور) در سال ۱۳۹۹ انجام شد. تعیین جمعیت زنبورهای بالغ به‌صورت بصری صورت گرفت. شیوه این ارزیابی بدین ترتیب بود که در موقع بازرسی کندو، قابی که دو طرف آن پوشیده از زنبور بالغ بود، به‌عنوان یک قاب کامل زنبور لحاظ گردید و در صورتی که زنبورهای بالغ بخشی از قاب را پوشش داده

ثبت دما و رطوبت

برای ثبت دما و رطوبت در تیمارهای آزمایشی، سنسور ثبت دما و رطوبت در داخل کندو و بیرون کندو نصب و دما و رطوبت به صورت هر یک ساعت در ماه‌های مختلف سال ثبت گردید (شکل ۳).

تجزیه آماری

بعد از حصول اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS V.9.4 و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی به وسیله همین نرم‌افزار در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

مدل آماری مورد استفاده در مطالعه حاضر به صورت معادله ۲ بود:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{معادله (۲)}$$

که در آن، Y_{ij} : مقدار مشاهده ij ام، μ : میانگین جامعه، α_i : اثر ثابت i ام و ε_{ij} : اثر خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

صفت تولید عسل

نتایج تجزیه واریانس صفت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در **جدول ۲** ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمار بر صفت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین ارائه شده در **شکل ۴** نشان داد که بیشترین میزان تولید عسل با میانگین $18/3$ کیلوگرم مربوط به تیمار کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کمترین مقدار این صفت با میانگین $11/3$ کیلوگرم مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته بود. از دلایل این برتری معنی‌دار کندوهای چوبی لانگستروت کف باز می‌توان به تهویه بهتر کلنی و کاهش تنش گرمایی در فصول گرم سال، کاهش مصرف انرژی زنبورها برای خنک نگه داشتن زنبورها در تابستان، کاهش رطوبت درون کلنی و در نتیجه سلامت بیشتر کلنی‌های کف باز اشاره کرد. در یک مطالعه‌ای، اثر پنج نوع کندوی لانگستروت چوبی کف بسته، لانگستروت چوبی کف باز، پلی‌استایرن ساده، پلی‌استایرن روکش‌دار و پلی‌استایرن روکش‌دار کف باز روی صفت تولید عسل توسط امیری قنات سامان (Amiri, 2024) مورد مقایسه قرار گرفت.

آماده‌سازی کلنی‌ها برای زمستان‌گذرانی و ارزیابی نوبت دوم در اوایل بهار ۱۴۰۰ هنگام شروع فعالیت کلنی‌ها انجام شد. پس از ارزیابی جمعیت و ذخیره عسل در پاییز و بهار سال بعد، از ذخیره عسل آن کندو در بهار نسبت به پاییز و جمعیت بهار نسبت به پاییز آن کندو نسبت گرفته و سپس میانگین آن‌ها به عنوان توان زمستان‌گذرانی آن کلنی ثبت گردید (Tahmasebi et al., 2018) و همین ارزیابی برای تمام کلنی‌های مورد مطالعه انجام شد.

معادله (۱)

$$\left(\frac{\text{جمعیت کندو در اول بهار}}{\text{جمعیت کندو در پاییز}} + \frac{\text{ذخیره عسل کندو در اول بهار}}{\text{ذخیره عسل کندو در پاییز}} \right) = \text{توان زمستان گذرانی کندو}$$

آلودگی کلنی‌ها به کنه واروآ

نرخ آلودگی اولیه و بعد از اجرای آزمایش کندوها به کنه واروآ با استفاده از دستورالعمل دیتمان و همکاران (Dietmann et al., 2013) برای زنبورهای بالغ و براساس دستورالعمل زمنه و همکاران (Zemene et al., 2013) برای نوزادان ارزیابی شد. برای تعیین نرخ آلودگی اولیه و بعد از اجرای آزمایش زنبورهای بالغ به کنه واروآ، سه نمونه تقریباً ۱۰۰ تایی زنبور از هر کلنی به صورت جداگانه از شان‌های نوزادان در ابتدا و انتهای دوره آزمایشی برداشته و آن‌ها را به داخل یک شیشه ۱۵۰ میلی‌لیتری که حاوی آب و صابون بود، منتقل گردید. سپس، سه دقیقه شیشه حاوی زنبورها را تکان داده و بعد از یک دقیقه، اکثر زنبورهای داخل شیشه به سطح محلول آمده و کنه‌ها از بدن زنبورها جدا شده و در کف شیشه قرار گرفتند. زنبورهای عسل را با کمک یک جفت پنس از محلول داخل شیشه خارج کرده و به صورت جداگانه زنبورها از نظر باقی ماندن کنه روی بدن آن‌ها، مورد بررسی قرار گرفتند. تعداد زنبورها و کنه‌های داخل هر شیشه را شمارش و سپس نسبت آلودگی زنبورها از تقسیم تعداد کنه‌های شمارش شده بر تعداد زنبورهای داخل هر شیشه در نمونه‌های جمع‌آوری شده در ابتدا و انتهای دوره آزمایشی محاسبه شد. برای اندازه‌گیری نرخ آلودگی نوزادان به کنه واروآ در ابتدا و انتهای آزمایش، تقریباً ۱۰۰ شفیره کارگر را از شان‌های مختلف نوزادی هر کلنی از سلول‌های آن‌ها خارج کرده و از نظر وجود کنه واروآ مورد بررسی و شمارش قرار داده شد. در نهایت، برای تعیین نرخ آلودگی نوزادان به کنه واروآ، تعداد کنه‌های مشاهده شده را به تعداد سلول‌های باز شده (۱۰۰ سلول) تقسیم گردید. سرانجام، نرخ آلودگی هر کلنی، از حاصل میانگین درصد آلودگی نمونه‌های زنبورهای بالغ و نوزادان در ابتدا و انتهای آزمایش برای هر کلنی به دست آمد و به عنوان آلودگی اولیه و انتهای دوره آزمایشی کلنی‌ها به کنه واروآ در نظر گرفته شد.



شکل ۳- الف: نصب حسگرهای حرارتی در داخل کندو، ب: حسگر رطوبتی مورد استفاده در داخل کندو، ج: سیستم اتوماسیون ثبت درجه حرارت و رطوبت داخل و بیرون کندوها، د: استقرار کندوها کف باز و بسته در محل اجرای آزمایش

Figure 3- a: installation of thermal sensors inside the hive, b: humidity sensor used inside the hive, c: automation system for recording temperature and humidity inside and outside the hives, d: setting up of open and closed-bottom hives at the project site

سازگاری بیشتر کندوهای چوبی با زیست زنبورعسل، استفاده از کندوهای چوبی در زنبورستان‌های این کشور برای پرورش زنبورعسل در این پژوهش پیشنهاد شد (Taha, 2014). هم‌سو با نتایج مطالعه حاضر، محققان دیگری نیز برای بهبود تولید عسل و افزایش عملکرد کلنی‌ها، استفاده از کندوهای چوبی کف باز را در زنبورستان‌ها توصیه کردند (Ataian, 2010; Erdogan et al., 2019).

هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر، این محقق بیشترین میانگین تولید عسل را در کندوهای کف باز گزارش کردند. در مطالعه دیگری در مصر، تأثیر نوع کندوی چوبی و فومی بر تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که از لحاظ صفت تولید عسل بین نوع کندوهای زنبورعسل استفاده‌شده در مطالعه حاضر اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p < 0.05$). با توجه به

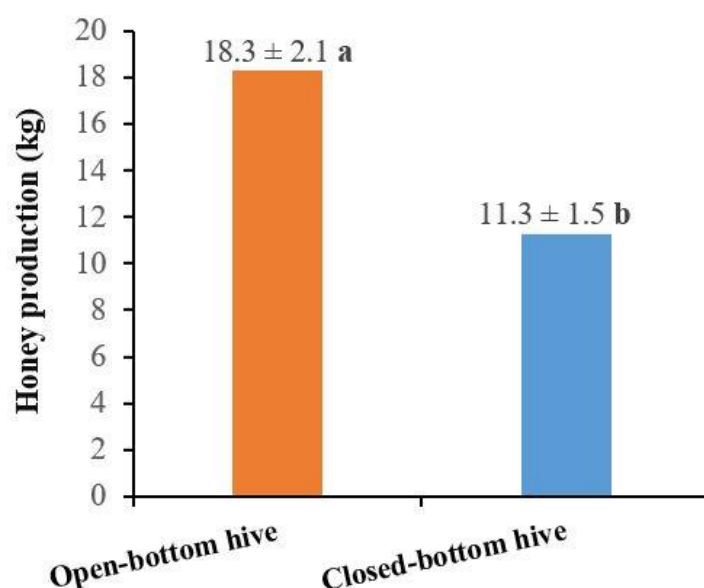
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروث کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر

Table 2- Variance analysis results of honey production trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار احتمال	ضریب تعیین	ضریب تغییرات
Source of variation	df	Mean of squares	p-value	R ²	CV
تیمار	1	171.50**	0.0001	0.87	23.98
Treatment					
خطا	12	7.053			
Error					

*: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، n.s: غیر معنی‌دار

*: significance at the 5 percent probability level, **: significance at the 1 percent probability level, n.s: not-significant



شکل ۴- مقایسه میانگین صفت تولید عسل کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر به‌روش توکی (Mean $\pm$ SE)

Figure 4- Mean comparison of honey production trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study by Tukey's test (Mean $\pm$ SE)

باز و کف بسته در مطالعه حاضر نشان نداد. بیشتر زنبورداران مناطق سردسیر کشور از کندوهای کف باز به‌دلیل باز بودن کف کندو و ترس از سرمازدگی زنبورها و تلفات زمستانه کلنی استفاده نمی‌کنند. برخلاف این تصور اشتباه، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری از لحاظ دمای داخل کندو در زمستان بین کندوهای کف باز و بسته وجود نداشت. علی‌رغم تولید عسل بالاتر، شاخص زمستان‌گذرانی کندوهای چوبی کف باز به‌طور معنی‌داری ($p < 0.01$) بهتر از کندوهای چوبی کف بسته در مطالعه حاضر بود و در طول اجرای آزمایش در هیچ کدام از تکرارهای تیمار کندوهای چوبی کف باز، تلفات کل کندو مشاهده نشد. بنابراین، به‌دلیل برتری معنی‌دار کندوهای کف باز در مطالعه حاضر از لحاظ توان زمستان‌گذرانی می‌توان استفاده از این کندوها را برای افزایش عملکرد زنبورستان به زنبورداران توصیه کرد.

جمع‌آوری گرده

نتایج تجزیه واریانس صفت جمع‌آوری گرده کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر در **جدول ۴** ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمار روی صفت جمع‌آوری گرده کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین‌های ارائه‌شده در **شکل ۶**

توان زمستان‌گذرانی

در **جدول ۳**، نتایج تجزیه واریانس صفت توان زمستان‌گذرانی کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمار بر صفت توان زمستان‌گذرانی کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین‌های ارائه‌شده در **شکل ۵** نشان داد که بیشترین توان زمستان‌گذرانی با میانگین 0.68 ± 0.06 مربوط به تیمار کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کمترین مقدار این صفت با میانگین 0.42 ± 0.04 مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته بود. از دلایل برتری کندوهای کف باز در مطالعه حاضر می‌توان به کاهش رطوبت کندو در فصول سرد سال به‌دلیل تهویه بهتر و متناسب با آن، کاهش آلودگی کلنی به بیماری‌های رایج در این فصول مثل بیماری‌های نوزما و قارچی اشاره کرد. نتایج یک مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۴ روی بررسی تأثیر نوع کندوی کف باز و بسته ساخته‌شده از جنس چوب، پلی‌استایرن و کامپوزیت نشان داد که از لحاظ توان زمستان‌گذرانی بین کندوهای کف باز و کف بسته ساخته‌شده از مواد مختلف در مطالعه حاضر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (Kutby et al., 2024). اطلاعات دمایی دریافت‌شده از سنسورهای نصب‌شده در داخل کلنی‌ها در مطالعه حاضر، تفاوت دمایی معنی‌داری از لحاظ دمای داخل کندو بین کندوهای چوبی کف

سطح گرده جمع‌آوری شده با میانگین ۷۸/۵۵ گرم مربوط به کندوی لانگستروت چوبی کف باز بود (Taha, 2014) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت. همچنین نتایجی مشابهی نیز توسط سایر محققان گزارش شد (Abou-Shaara et al., 2013; Bhatia et al., 2022; Aishwarya et al., 2022).

نشان داد که بیشترین میزان جمع‌آوری گرده با میانگین ۱۷۵/۶۸ گرم مربوط به تیمار کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کمترین مقدار این صفت با میانگین ۱۵۴/۴ گرم مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته بود. در یک پژوهشی، تأثیر نوع کندوی لانگستروت کف باز و بسته ساخته‌شده از جنس چوب و فوم روی سطح ذخیره گرده در کلنی‌های زنبورعسل نشان داد که بیشترین

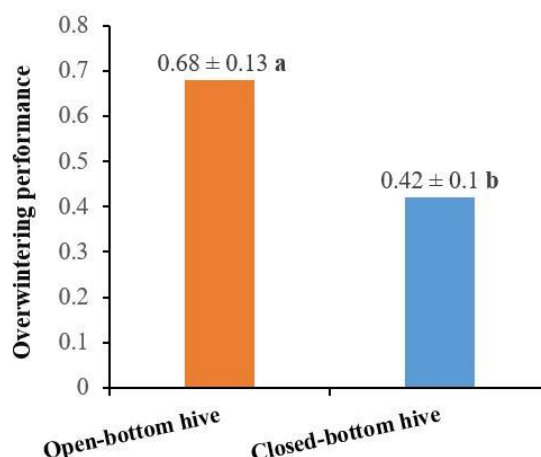
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفت توان زمستان‌گذرانی کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر

Table 3- Variance analysis results of overwintering performance trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار احتمال	ضریب تعیین	ضریب تغییرات
Source of variation	df	Mean of squares	p-value	R ²	CV
تیمار	1	0.154**	0.0001	0.71	7.11
Treatment					
خطا	12	0.006			
Error					

*: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، n.s: غیر معنی‌دار

*: significance at the 5 percent probability level, **: significance at the 1 percent probability level, n.s: not-significant



شکل ۵- مقایسه میانگین صفت توان زمستان‌گذرانی کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر به روش توکی (Mean ± SE)

Figure 5- Mean comparison of overwintering performance trait of honey production trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study by Tukey's test (Mean ± SE)

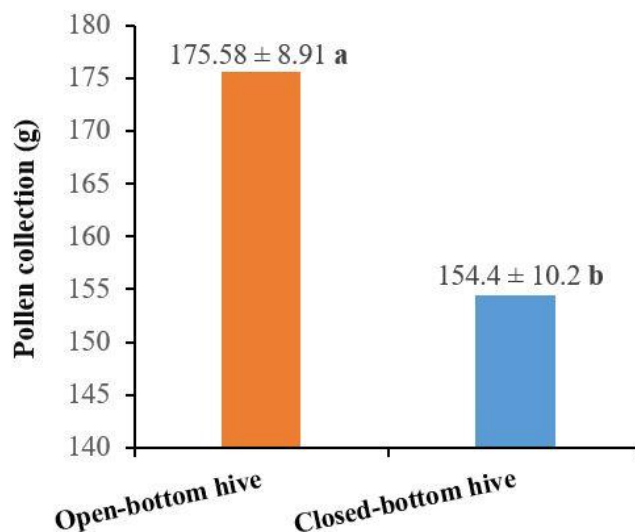
جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفت جمع‌آوری گرده کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر

Table 4- Variance analysis results of pollen collection trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار احتمال	ضریب تعیین	ضریب تغییرات
Source of variation	df	Mean of squares	p-value	R ²	CV
تیمار	1	5222.700**	0.0001	0.81	24.55
Treatment					
خطا	12	222.442			
Error					

*: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، n.s: غیر معنی‌دار

*: significance at the 5 percent probability level, **: significance at the 1 percent probability level, n.s: not-significant



شکل ۶- مقایسه میانگین صفت جمع‌آوری گرده کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر به روش توکی (Mean $\pm$ SE)

Figure 6- Mean comparison of pollen collection trait of honey production trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study by Tukey's test (Mean $\pm$ SE)

کف باز، پلی‌استاین ساده، پلی‌استاین روکش‌دار و پلی‌استاین روکش‌دار کف باز از لحاظ صفات جمعیت زنبورهای بالغ مورد مقایسه قرار گرفت. هم راستا با نتایج مطالعه حاضر، در این تحقیق نیز بیشترین میانگین جمعیت زنبورهای بالغ مربوط به کندوهای کف باز گزارش شد (Amiri Ghanatsaman, 2024). در پژوهش دیگری، تأثیر نوع کندوی چوبی و فومی بر جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه نشان داد که از لحاظ صفت جمعیت زنبورهای بالغ بین کلنی‌های زنبورعسل استفاده‌شده در مطالعه حاضر اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p < 0.05$) و بیشترین جمعیت زنبورهای بالغ مربوط کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی بود (Taha, 2014).

جمعیت زنبورهای بالغ

در جدول ۵، نتایج تجزیه واریانس صفت جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمار بر صفت جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین‌های ارائه شده در شکل ۷ نشان داد که بیشترین میزان جمعیت زنبورهای بالغ با میانگین ۸/۵ قاب مربوط به تیمار کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کمترین مقدار این صفت با میانگین ۴/۵ قاب مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته بود. در یک مطالعه، اثر پنج نوع کندوی لانگستروت چوبی کف بسته، کندوی لانگستروت چوبی

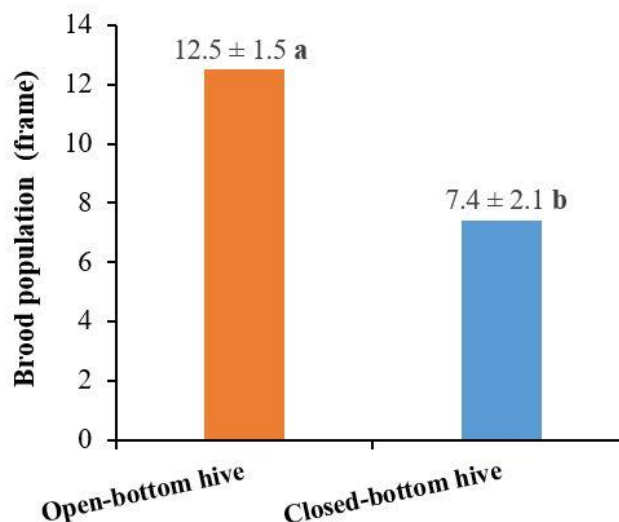
جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس صفت جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر

Table 5- Variance analysis results of adults population trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار احتمال	ضریب تعیین	ضریب تغییرات
Source of variation	df	Mean of squares	p-value	R ²	CV
تیمار	1	68.208**	0.0001	0.79	8.16
Treatment					
خطا	12	3.415			
Error					

*: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، n.s: غیر معنی‌دار

*: significance at the 5 percent probability level, **: significance at the 1 percent probability level, n.s: not-significant



شکل ۷- مقایسه میانگین صفت جمعیت زنبورهای بالغ کلنی‌های زنبورعسل نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر به روش توکی (Mean $\pm$ SE)

Figure 7- Mean comparison of adults population trait of honey production trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study by Tukey's test (Mean $\pm$ SE)

جمعیت نوزادان

نتایج تجزیه واریانس صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمار بر صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین‌های ارائه شده در شکل ۸ نشان داد که بیشترین میزان جمعیت نوزادان با میانگین ۱۲/۵ قاب مربوط به تیمار کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کمترین مقدار این صفت با میانگین ۷/۴ قاب مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته بود. در یک پژوهشی، محققان عملکرد کلنی‌های زنبورعسل

نگهداری شده در کندوهای لانگستروت چوبی و واره (Warré) کف باز و بسته را از لحاظ صفات مختلف از جمله جمعیت نوزادان مورد بررسی قرار دادند. این محققان گزارش کردند که نوع کندو روی مناطق کلیدی کلنی مثل تعداد قاب‌های نوزادان، رشد جمعیت، تخم ریزی ملکه تأثیر می‌گذارند و هم‌سو با نتایج مطالعه حاضر بیشترین رشد جمعیت نوزادان را در کلنی‌های زنبورعسل نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز گزارش کردند (Kutby *et al.*, 2024). همچنین نتایج مشابهی نیز برای رشد جمعیت نوزادان در کندوهای چوبی توسط سایر محققان (Aishwarya *et al.*, 2022; Akongte *et al.*, 2023) نیز گزارش شد.

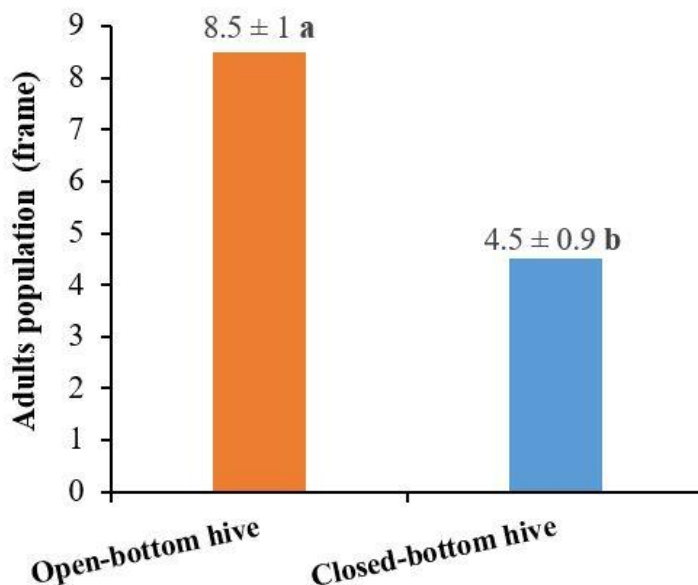
جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبورعسل نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر

Table 6- Variance analysis results of brood population trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار احتمال	ضریب تعیین	ضریب تغییرات
Source of variation	df	Mean of squares	p-value	R ²	CV
تیمار	1	14.213**	0.0001	0.78	10.11
Treatment					
خطا	12	0.405			
Error					

*: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، n.s: غیر معنی‌دار

*: significance at the 5 percent probability level, **: significance at the 1 percent probability level, n.s: not-significant



شکل ۸- مقایسه میانگین صفت جمعیت نوزادان کلنی‌های زنبور عسل نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر به روش توکی (Mean $\pm$ SE)

Figure 8- Mean comparison of brood population trait of honey production trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study by Tukey's test (Mean $\pm$ SE)

پایین کندو (کف کندو) سقوط می‌کنند. همچنین زنبورها با استفاده از رفتار نظافت‌گری هم تعدادی کنه را از بدن خود جدا کرده که این کنه‌ها هم به سمت کف کندو سقوط می‌کنند. در کندوهای کف باز، این کنه‌ها دیگر نمی‌توانند به سمت زنبورها حرکت کنند و بدین ترتیب از آلودگی کندو نسبت به آن‌ها کاسته خواهد شد. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که به‌خاطر همین موضوع، کندوهای کف باز آلودگی کمتری نسبت به کندوهای کف بسته داشتند. هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر، عطائیان (Ataian., 2010) نیز گزارش کردند که آلودگی زنبورها به کنه واروآ در کندوهای کف باز به علت باز بودن کف کندو و حذف کنه‌های سقوط کرده از روی بدن زنبورها از کلنی خیلی کمتر از کندوهای کف بسته است.

آلودگی به کنه واروآ

در جدول ۷، نتایج تجزیه واریانس صفت آلودگی به کنه واروآ کلنی‌های زنبور عسل نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمار بر صفت آلودگی به کنه واروآ کلنی‌های زنبور عسل مورد مطالعه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین‌های ارائه شده در شکل ۹ نشان داد که بیشترین میزان آلودگی به کنه واروآ با میانگین ۱۶۷ کنه مربوط به تیمار کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته و کمترین مقدار این صفت با میانگین ۱۰۵ کنه مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف باز بود. تعداد زیادی از کنه‌ها هنگام حرکت روی زنبورها یا جابه‌جا شدن روی قاب‌های کندو به‌طرف

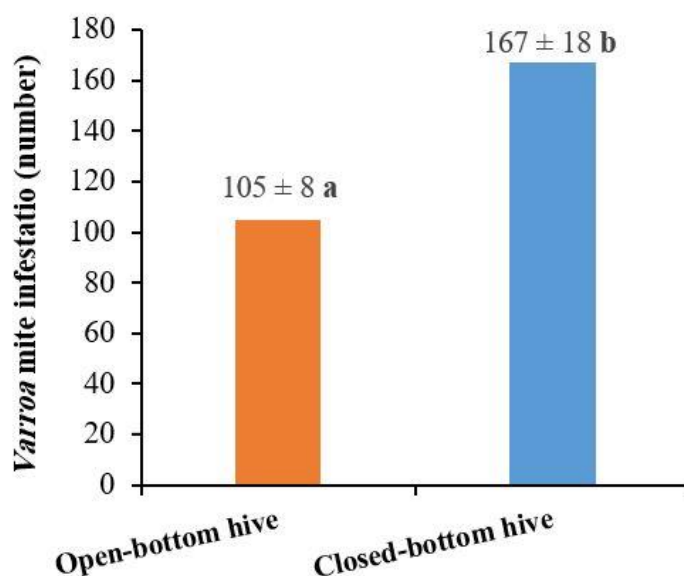
جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس صفت آلودگی به کنه واروآ کلنی‌های زنبور عسل نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر

Table 7- Variance analysis results of *Varroa* mite infestation trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار احتمال	ضریب تعیین	ضریب تغییرات
Source of variation	df	Mean of squares	p-value	R ²	CV
تیمار	1	1383.36**	0.0001	0.95	27.21
Treatment					
خطا	12	14.35			
Error					

*: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، n.s: غیر معنی‌دار

*: significance at the 5 percent probability level, **: significance at the 1 percent probability level, n.s: not-significant



شکل ۹- مقایسه میانگین صفت آلودگی به کنه واروا کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر به روش توکی (Mean ± SE)

Figure 9- Mean comparison of *Varroa* mite infestation trait of honey production trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study by Tukey's test (Mean ± SE)

کندو در فصول گرم سال به علت مصرف انرژی کمتر توسط زنبورهای کارگر برای خنک نگه داشتن کلنی یک مزیت محسوب می‌شود و از این لحاظ، استفاده از کندوهای چوبی کف باز نسبت به کف بسته برتری دارد. همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در فصل زمستان نیز باز بودن کف کندو تأثیر معنی‌داری بر توان زمستان‌گذرانی کلنی‌ها داشته و تلفات کلنی در کندوهای کف بسته در مطالعه حاضر بیشتر از کندوهای کف باز بود. نتایج مشابهی نیز توسط سایر پژوهشگران (Abou-Shaara *et al.*, 2013; Erdogan *et al.*, 2022) گزارش شد.

دما

نتایج تجزیه واریانس دمای داخل کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در جدول ۸ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمار بر دمای کلنی-های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین ارائه شده در شکل ۱۰ نشان داد که بیشترین میزان دمای داخل کندو با میانگین ۳۲/۴ درجه مربوط به تیمار کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته و کمترین میزان دمای داخل کندو با میانگین ۳۱/۵ درجه مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف باز بود. کمتر بودن دمای داخل

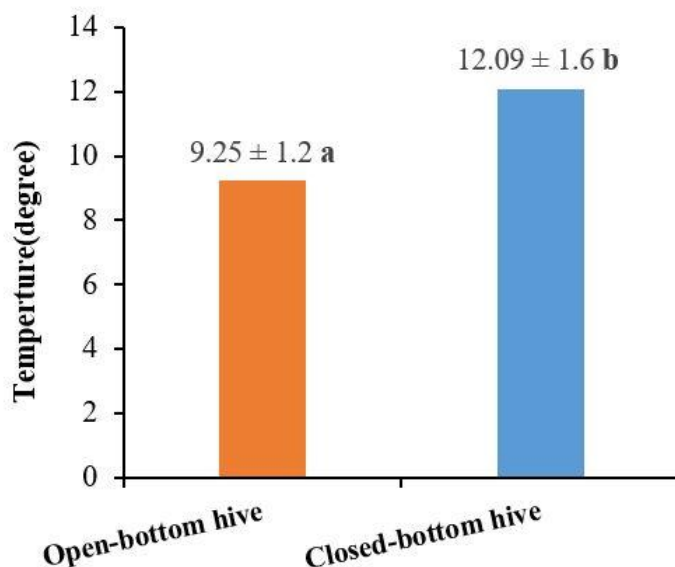
جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس دمای داخل کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر

Table 8- Variance analysis results of temperature of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار احتمال	ضریب تعیین	ضریب تغییرات
Source of variation	df	Mean of squares	p-value	R ²	CV
تیمار	1	n.s 226.99	0.2401	0.15	28.11
Treatment					
خطا	12	1.76			
Error					

*: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، n.s: غیر معنی‌دار

*: significance at the 5 percent probability level, **: significance at the 1 percent probability level, n.s: not-significant



شکل ۱۰- مقایسه میانگین دمای داخل کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر به روش توکی (Mean ± SE)
Figure 10- Mean comparison of temperture of honey production trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study by Tukey's test (Mean ± SE)

رطوبت

در **جدول ۹**، نتایج تجزیه واریانس رطوبت داخل کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمار بر رطوبت داخل کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین‌های ارائه‌شده در **شکل ۱۱** نشان داد که بیشترین میزان رطوبت با میانگین ۴۸/۲۳ درصد مربوط به تیمار کندوهای چوبی لانگستروت کف بسته و کمترین میزان رطوبت با میانگین ۳۶/۵ درصد مربوط به کندوهای چوبی لانگستروت کف باز

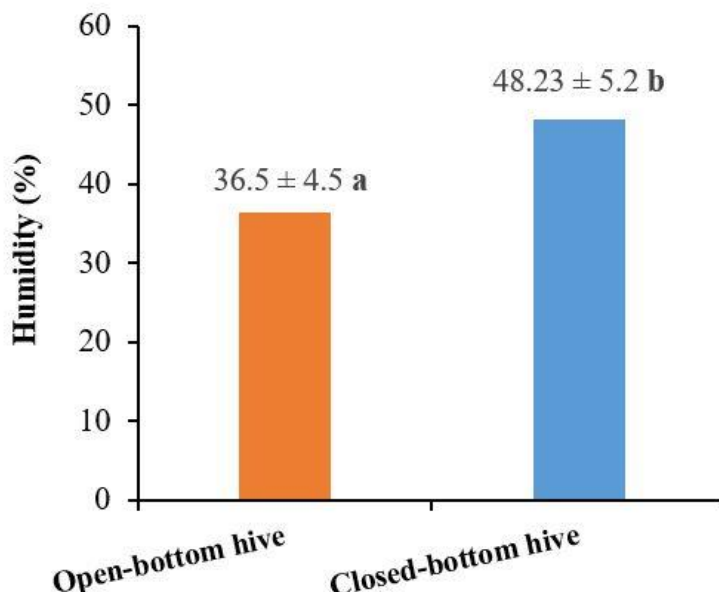
بود. همان‌طور که نتایج مطالعه حاضر نشان داد، رطوبت در کندوهای کف باز کمتر از کندوهای کف بسته بود. باز بودن کف کندو به علت تهویه بهتر، یک مزیت برای کندوهای کف باز محسوب می‌شود که این امر می‌تواند از کپک‌زدگی محصولات کندو در فصول مرطوب سال، توسعه بیماری‌های قارچی و همچنین تخریب چوب کندو جلوگیری کند. نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققان (Ataian, 2010; Abou-Shaara et al., 2013; Kutby et al., 2024) گزارش شد.

جدول ۹- نتایج تجزیه واریانس رطوبت داخل کلنی‌های زنبورعسل نگهداری‌شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر
Table 9- Variance analysis results of humidity of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares	مقدار احتمال p-value	ضریب تعیین R ²	ضریب تغییرات CV
تیمار Treatment	1	348.99**	0.0001	0.15	6.11
خطا Error	12	1.76			

*: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، n.s: غیر معنی‌دار

*: significance at the 5 percent probability level, **: significance at the 1 percent probability level, n.s: not-significant



شکل ۱۱- مقایسه میانگین رطوبت داخل کلنی‌های زنبورعسل نگهداری شده در کندوهای چوبی لانگستروت کف باز و کف بسته در مطالعه حاضر به روش توکی (Mean ± SE)

Figure 11- Mean comparison of humidity of honey production trait of honey bee colonies maintained in open-bottom and closed-bottom Langstroth wooden hives in the present study by Tukey's test (Mean ± SE)

نتیجه گیری کلی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که از لحاظ صفات تولید عسل، جمع‌آوری گرده، جمعیت نوزادان، جمعیت زنبورهای بالغ، توان زمستان‌گذرانی و آلودگی به کنه واروا، کندوهای چوبی لانگستروت کف باز عملکرد بهتری نسبت به کلنی‌های چوبی لانگستروت کف بسته داشتند. بنابراین، با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و نتایج تحقیقات قبلی در مورد کندوهای چوبی لانگستروت کف باز می‌توان استفاده از کندوهای چوبی لانگستروت کف باز را برای بهبود صفات

عملکردی کلنی‌ها و افزایش بازده اقتصادی زنبورستان‌ها در شرایط اقلیمی استان کردستان و سایر استان‌های هم‌جوار با شرایط آب و هوایی مشابه توصیه کرد.

سپاسگزاری

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

References

1. Abou-Shaara, H. F. (2014). The foraging behavior of honeybees, *Apis mellifera*: A review. *Veterinarni Medicina*, 59, 1-10. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-00252-2>
2. Abou-Shaara, H. F., Al-Ghamdi, A. A., & Mohamed, A. A. (2013). Honey bee colonies performance enhance by newly modified beehives. *Journal of Apiculture Science*, 57(2), 45-57. <https://doi.org/10.2478/jas-2013-0016>
3. Al-Qarni, A. S. (2006). Tolerance of summer temperature in imported and indigenous honeybee *Apis mellifera* L. races in central Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 13(2), 123-127. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1315506111>
4. Akongte, P. N., Park, B. S., Kim, D. W., & Choi, Y. S. (2023). Honey Bee Colonies (*Apis mellifera* L.) Perform Orientation Defensiveness That Varies among Bred Lines. *Insects*, 14(6), 546. <https://doi.org/10.3390/insects14060546>
5. Ataian, A. (2010). The use of open-bottom hive system and its advantages over common hives in the country. *Iranian Honey Bee Science and Technology*, 1(4), 21-28. (in Persian with English abstract)
6. Amiri Ghanatsaman, Z., Tahmasebi, G. H., Agah, M. A., Hosseini, S. H., Bahrani, A. K., Karimi, H., Abarghuei, M. J., Hashemi, S. M., & Boostani, A. (2025). Investigation of temperature and humidity in honey bee colonies using different types of hives. In: Proceeding of 11th National and 3rd International Animal Sciences Congress of

- Iran, 17-18 Septamber, Iran. pp. 2901-2904. (in Persian with English abstract)
7. Amiri Ghanatsaman, Z. (2024). Comparison of colony performances of honeybee (*Apis mellifera meda*) housed in Longstrouth wooden, simple polystyrene and covered polystyrene hives. Final Report of the Research Project, *the Animal Science Research Institute of Iran*. 43 p. (in Persian with English abstract)
8. Aishwarya, A., Srinivasan, M. R., Suganthi, S., & Krishnan, R. (2022). Suitability of hive wood type for italian honeybee (*Apis mellifera* L.). *Biological Forum – An International Journal*, 14(2a), 227-231.
9. Bhatia, S., Rana, K., Thakur, M., Negi, N., Jit Singh, S., Dogra, A., Chauhan, O., & Monika, O. (2022). Impact of hive volume on colony performance in *Apis mellifera ligustica* colonies in sub temperate zone India. *The Pharma Innovation Journal*, 11(9), 23-29.
10. Delaplane, K. S., Van der Steen, J., & Guzmán-Novoa, E. (2013). Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apiculture Science*, 52(1), 1-12. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.03>
11. Dietemann, V., Nazzi, F., Martin, S. J., Anderson, D. L., Locke, B., Delaplane, K. S., Wauquiez, Q., Tannahill, C., Frey, E., Ziegelmann, B., Rosenkranz, P., & Ellis, J. D. (2013). Standard methods for *Varroa* research. In: V. Dietemann, J. D. Ellis & P. Neumann, (Eds.) *The Coloss Beebook, Volume II: Standard Methods For Apis mellifera Pest and Pathogen Research*. *Journal Apiculture Research*, 52(3), 1-54. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.16>
12. Erdogan, Y., Dodologlu, A., & Emsen, B. (2009). Some physiological characteristics of honeybee (*Apis mellifera* L.) housed in heated, fan wooden and insulated beehives. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(8), 934-940. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1604088>
13. Islam, N., Amjad, M., Haq, E., & Naz, F. (2023). Comparative field efficiency of the extracts of plant materials for controlling *Varroa destructor* about brood development in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *International Journal Bioscience*, 16(1), 126-138. <https://doi.org/10.12692/ijb/16.1.126-138>
14. Karami, H., Sepehri, R., Tahmasebi, G. H., & Mollaei, M. (2025). Evaluation of the effect of a herbal compound based on plant essential oils and oxalic acid in controlling Varroa mite (*Varroa destructor*) in Iranian honeybee (*Apis mellifera meda*) colonies. *Research Journal of Livestock Science*, 148(38), 159-174. (in Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22092/asj.2024.367618.2436>
15. Kutby, R., Baer-Imhoof, B., Robinson, S., Porter, L., & Baer, B. (2024). The effect of hive type on colony homeostasis and performance in the honey bee (*Apis mellifera*). *Insects*, 15(10), 1-16. <https://doi.org/10.3390/insects15100800>
16. Mcmenamin, A., Mumoki, F., Frazier, M., Kilonzo, J., Mweu, B., Baumgarten, T., Patch, H., Torto, B., Masiga, D., Tumlinson, J., Grozinger, C., & Muli, E. (2017). The impact of hive type on the behavior and health of honey bee colonies (*Apis mellifera*) in Kenya. *Apidologie*, 48(1), 703-715. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0515-5>
17. 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. *Research on Animal Production*, 39(14), 102-111. (in Persian with English abstract). <https://doi.org/10.61186/rap.14.39.102>
18. 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. (in Persian with English abstract). <https://doi.org/10.61186/jesi.44.4.5>
19. Rahimi, A., Rashed, R., & Abdulla, B. (2025). Biological activity of some plant extracts on Varroa mite (*Varroa destructor*) and Iranian honey bee (*Apis mellifera meda*). *Trends in Advanced Science and Technology*. (In Press).
20. Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauman, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J. M., Ellis, J. D., Hawthorne, D., & vanEngelsdorp, D. (2019). *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *PNAS Latest Articles*, 16(5), 1792-1801. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818371116>
21. Rashid, B., Khani, A., Ghasemi, V., Ghadamyari, M., & Sahebzadeh, N. (2020). Evaluation of a new plant-based formulation for the treatment of varroosis in the honey bee colonies: Efficacy and safety. *Apidologie*, 51(6), 1074-1090. <https://doi.org/10.1007/s13592-020-00786-x>
22. Sepehri, R., Tahmasebi, G. H., & Jalali Zanoz, M. J. (2007). Estimation of the number of sex alleles in the central Iranian honey bee population and its relationship with stored pollen, colony size, and honey production. *Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources*, 11(41), 321-331. (in Persian with English abstract)
23. Taha, A. A. (2014). Effect of hive type on strength and activity rate of honeybee colonies (*Apis mellifera* L.) in Egypt. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 5(6), 773-784. <https://doi.org/10.21608/jppp.2014.87990>
24. Tahmasebi, G. H., Babaei, M., Tajabadi, N., Seyfi, E., Mashayekhi, N., & Rezazadeh, H. (2018). 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), 739-750. (in Persian with

- English abstract). <https://doi.org/10.22059/jap.2018.235090.623198>
25. Traynor, K. (2007). German beekeeping institute open house - A glance into German beekeeping. *American Bee Journal*, 147(1), 37-40.
 26. Wueppenhorst, K., Alkassab, A. K., Beims, H., Ulrich Ernst, U., Ingrid Illies, F., Janke, M., Kirchner, H. F., Seidel, K., Steinert, M., Yurkov, A., Erler, S., & Odemer, R. (2024). Honey bee colonies can buffer short-term stressor effects of pollen restriction and fungicide exposure on colony development and the microbiome. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 289, 116723. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116723>
 27. 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).
 28. Zemene, M., Bogale, B., Derso, S., Belete, S., Melaku, S., & Hailu, H. (2015). A review on *Varroa* mites of honey bees. *Academic Journal of Entomology*, 8(3), 150-159. <https://doi.org/10.5829/idosi.aje.2015.8.3.95259>