Animal Production Research

Vol. 11, No. 2, 2022 (93-107)
doi: 10.22124/AR.2022.20703.1650
eISSN: 2538-6107 pISSN: 2252-0872

University of Guilan

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

Investigation of technological gap ratio and factors affecting the technical efficiency of beekeeping units

K. Masumi[1], R. Esfanjari Kenari[2*], M. K. Motamed[3]

1. Former MSc Student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

(Received: 27-09-2021 – Accepted: 03-12-2021)

Introduction: Beekeeping in Iran is one of the production activities that has unique characteristics. One of the characteristics of beekeeping is creating employment with the use of low capital. Therefore, beekeeping can be a good source of income for people with little capital. Although beekeeping is currently one of the low-income jobs, it is possible to increase the income of beekeepers by improving their technical efficiency. Efficiency is considered a very important factor in increasing the production and productivity of production resources, especially in the agricultural economy and rural development of developing countries. On the one hand, these countries face a lack of resources and limited opportunities, and on the other hand, they do not use the existing technologies efficiently; Therefore, studies related to the inefficiency in the production of livestock products and efforts to improve the efficiency and optimal use of resources in these countries will help to increase the productivity of production factors and increase the production of agricultural products. This study aimed to investigate the technological gap ratio (TGR) and factors affecting the technical efficiency of beekeeping in Rudsar Count in Guilan Province of Iran.

Materials and methods: The required data were collected by completing questionnaires from 150 beekeepers in Rudsar County in 2020, which were determined using a random sampling method. In the present study, the data cloud method was used to identify the outliers in the data set. After deleting the outliers, the sample was divided into two homogeneous groups in terms of size using cluster analysis. The BCC model was used to estimate the technical efficiency relative to the group frontier and the metafrontier model was used to estimate the technical efficiency relative to the coverage frontier.

Results and discussion: The results showed that the average TGR of the studied beekeepers is about 76%. This means that if all the studied beekeepers reach metafrontier technology, it is possible to increase production by 24%. Beekeepers that migrate have a higher technological gap ratio and the result of the Kolmogorov-Smirnov test showed that the difference in TGR is statistically significant. The results of multivariate regression of factors affecting technical efficiency showed that the variables of work experience, type of ownership, participation in training and extension classes, the main job of the beekeeper, number of beehives, and migration variable had a positive and significant effect on technical efficiency of beekeepers. Considering that there is a statistically significant difference between the TGR of beekeepers who migrate and do not migrate, so by solving the problems related to beekeeping migration, the level of beekeepers' production can be improved by using current resources. In the present study, the variable of the number of beehives and ownership had a positive and significant effect on the technical efficiency of

* Corresponding author: esfanjari@guilan.ac.ir

beekeepers studied, so the technical efficiency of beekeepers can be increased by increasing the number of beehives and expanding private ownership.
Conclusions: By solving the problems related to the migration of beekeepers, it is possible to improve the production level of beekeepers by using current resources. In addition, by increasing the number of hives and developing private ownership, the technical efficiency of beekeepers can be increased. Considering that some farmers and gardeners do not allow beekeepers' hives to settle in their fields and gardens due to ignorance of the importance of bee pollination, it is necessary to promote cultural activities in this regard. Also, providing the necessary conditions for beekeepers to have easier and cheaper access to production inputs, such as giving low-interest loans, can increase the production of beekeepers and increase their income.
Keywords: Data cloud, Rudsar County, Beekeeping, Metafrontier model, Technological gap ratio
Ethics statement: This article does not contain any studies with human participants or animals performed by any of the authors.
Data availability statement: The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author.
Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest.
Funding: The authors received no specific funding for this project.

How to cite this article:

Masumi K., Esfanjari Kenari R. and Motamed M. K. 2022. Investigation of technological gap ratio and factors affecting the technical efficiency of beekeeping units. Animal Production Research, 11(2): 93-107. doi: 10.22124/AR.2022.20703.1650

تحقیقات تولیدات دامی

سال یازدهم/شماره دوم/تابستان ۱۴۰۱ (۱۰۷-۹۳)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

مقاله پژوهشی

بررسی نسبت شکاف تکنولوژیکی و عوامل مؤثر بر کارآیی فنی واحدهای زنبورداری

کامران معصومی[۱]، رضا اسفنجاری کناری[۲*]، محمدکریم معتمد[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲- استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۳- دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۲)

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی کارآیی فنی واحدهای زنبورداری و عوامل مؤثر بر آن انجام شده است. در این مطالعه، نمونه‌ها با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده تعیین و داده‌های مورد نیاز به‌صورت حضوری و با تکمیل پرسشنامه از ۱۵۰ زنبوردار شهرستان رودسر در سال ۱۳۹۹ جمع‌آوری شد. در مطالعه حاضر جهت شناسایی داده‌های پرت در مجموعه داده‌ها از روش ابر داده استفاده شد. بعد از حذف داده‌های پرت، نمونه مورد بررسی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به دو گروه همگن از نظر اندازه تقسیم شد. برای برآورد کارآیی فنی نسبت به مرز گروهی از مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد و جهت برآورد کارآیی فنی نسبت به مرز پوششی نیز الگوی فرامرزی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد میانگین نسبت شکاف تکنولوژیکی زنبورداران مورد مطالعه حدود ۷۶ درصد است، یعنی اگر تمامی زنبورداران مورد مطالعه به فناوری فرامرزی برسند امکان ۲۴ درصد افزایش تولید وجود دارد. زنبوردارانی که کوچ می‌کنند از نسبت شکاف تکنولوژیکی بالاتری برخوردار هستند و نتیجه آزمون کولموگروف اسمیرنوف نشان داد که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار است. نتایج رگرسیون چند متغیره عوامل مؤثر بر کارآیی فنی نشان داد متغیرهای سابقه کار، نوع مالکیت، شرکت در کلاس‌های آموزشی و ترویجی، شغل اصلی زنبوردار، تعداد کندوها و متغیر کوچ کردن اثر مثبت و معنی‌دار بر کارآیی فنی زنبورداران دارند. با توجه به اینکه بین نسبت شکاف تکنولوژیکی زنبوردارانی که کوچ می‌کنند و کوچ نمی‌کنند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد، بنابراین با برطرف نمودن مشکلات مربوط به کوچ زنبورداران می‌توان با استفاده از منابع فعلی، سطح تولید زنبورداران را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: ابر داده، شهرستان رودسر، زنبورداری، مدل فرامرزی، نسبت شکاف تکنولوژیکی

* نویسندهٔ مسئول: esfanjari@guilan.ac.ir

doi: 10.22124/AR.2022.20703.1650

مقدمه

زنبورداری در ایران از جمله فعالیت‌های تولیدی است که دارای خصوصیات منحصر به فرد است. از جمله خصوصیات زنبورداری، اشتغال‌زائی با استفاده از سرمایه کم است. از این رو، زنبورداری می‌تواند منبع درآمد خوبی برای افراد با سرمایه کم باشد. اگرچه زنبورداری در حال حاضر جزو مشاغل کم‌درآمد است ولی می‌توان با بهبود کارآیی فنی زنبورداران، درآمد زنبورداران را افزایش داد (Mir Mohammad Sadeghi *et al.*, 2007). کارآیی به عنوان یک عامل بسیار مهم در افزایش تولید و بهره‌وری منابع تولید، به‌ویژه در اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود. این کشورها از یک طرف با کمبود منابع و فرصت‌های محدود مواجه هستند و از طرف دیگر، از فناوری-های موجود به‌طور کارآ استفاده نمی‌کنند. بنابراین، مطالعات مربوط به ناکارآیی در تولید محصولات دامپروری و کوشش در جهت بهبود کارآیی و استفاده بهینه از منابع در این کشورها و نیز شناخت تنگناهای توسعه کشاورزی و اتخاذ راهبرد مناسب، به افزایش بهره‌وری عوامل تولید و افزایش تولید محصولات کشاورزی کمک می‌نماید (Bayat *et al.*, 2011). بیش از ۵۲ درصد از سطح کشور را مراتع تشکیل می‌دهد که بیش از ۷۰۰۰ گونه گیاهی در قلمرو آن رشد می‌یابند. تنوع بالای گونه‌ای، امکان پرورش زنبور عسل را در ماه‌های مختلف سال بالا می‌برد و موجب افزایش کمیت و کیفیت گرده و شهد تولیدی به وسیله زنبور عسل می‌شود (Ministry of Jihad-e-Agriculture, 2022). از این رو ضرورت دارد که برنامه‌ریزی لازم برای ارتقای عملکرد و کارآیی این فعالیت صورت بگیرد و این امر، مستلزم شناخت وضعیت موجود کارآیی فنی زنبورداران و اقدامات لازم جهت بهبود کارآیی فنی آنان است. عوامل متعددی مانند آب و هوا، پوشش گیاهی و عوامل انسانی (مدیریت و دانش) بر عملکرد زنبورداران تأثیرگذار هستند (Karimi *et al.*, 2007). اگرچه زنبوردار کنترل چندانی بر تغییر عوامل محیطی و اقلیمی ندارد، ولی یک زنبوردار با مدیریت قوی می‌تواند با اتخاذ تصمیمات صحیح، بیشترین استفاده را از شرایط اقلیمی و محیطی داشته باشد. در واقع یکی از عوامل اصلی مؤثر بر عملکرد فنی و اقتصادی پرورش زنبور، توانایی مدیریتی زنبوردار است. هدف اصلی از مدیریت صحیح در زنبورداری، رسیدن به عملکرد، سوددهی و کارآیی فنی مطلوب است. بنابراین ارائه لیستی از عوامل اثرگذار بر کارآیی فنی زنبورداران و بهره‌گیری از آن، نحوه مدیریت سیستم زنبورداری را تسهیل خواهد کرد و کارآیی فنی زنبورداران را بهبود می‌بخشد. بدین منظور، باید عوامل مختلف مؤثر بر کارآیی زنبورستان‌ها و ویژگی‌های توصیفی آن‌ها مشخص شوند. می‌توان با شناسایی عوامل مهم مؤثر بر تولید و کمّی کردن داده‌های کیفی، الگوی مناسبی را در اختیار زنبوردار قرار داد. به دلیل آن که زنبورداری فعالیتی وابسته به محیط است، تعیین شاخصه‌ها می‌تواند از اقلیمی به اقلیم دیگر تفاوت داشته باشد. بنابراین لازم است بررسی کارآیی فنی زنبورداران در مناطق مختلف مورد بررسی قرار گیرد. شهرستان رودسر به لحاظ شرایط اکولوژیکی و تنوع بالای گیاهی در رویشگاه‌های جنگلی و مرتعی، از پتانسیل خوبی در زمینه صنعت زنبورداری برخوردار است. همچنین به دلیل نزدیکی دو بخش کوهستانی و جلگه‌ای علاوه بر تنوع آب و هوایی و در نتیجه تنوع گونه‌ای در فصول مختلف سال، شرایط کوچ راحت‌تری نیز برای زنبورداران دارد. این شهرستان بعد از شهرستان طوالش، رتبه دوم تعداد زنبورداران، بعد از شهرستان‌های طوالش و آستارا، رتبه سوم تعداد کندو و بعد از شهرستان‌های طوالش، آستارا و رضوانشهر، رتبه چهارم تولید عسل را در استان گیلان دارد (Ministry of Jihad-e-Agriculture, 2020). با توجه به پتانسیل شهرستان رودسر در صنعت زنبورداری از لحاظ شرایط اقلیمی و نقش آن در تولید عسل استان، بررسی نسبت شکاف تکنولوژیکی و عوامل مؤثر بر کارآیی فنی واحدهای زنبورداری در این شهرستان و تحلیل نقاط ضعف‌های احتمالی این واحدها و ارائه راه‌کارهای مناسب جهت رفع آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. مطالعات انجام شده در زمینه بررسی کارآیی فنی صنعت زنبورداری در کشور بسیار محدود است، به‌طوری که پژوهش‌های انجام شده بیشتر جنبه‌های فنی را در نظر گرفته و در زمینه پرورش زنبور عسل و تعیین شایستگی مراتع برای پرورش زنبور عسل هستند. از جمله مهم‌ترین مطالعاتی که به تحلیل اقتصادی در زمینه صنعت زنبورداری پرداختند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: در مطالعه‌ای که در استان کردستان انجام شد بهره‌وری نهاده‌های مؤثر در تولید عسل مورد بررسی قرار

گرفت. نتایج نشان داد کشش‌های جزئی متغیرهای تعداد کندو، شکر مصرفی، نیروی کار و میزان داروی مصرفی به ترتیب ۰/۵۷، ۰/۳۱، ۰/۲ و ۰/۰۹ بوده است. همچنین زنبورداران از تعداد کندو، بیشتر از حد و از نهاده‌های شکر، نیروی کار و دارو، کمتر از حد بهینه اقتصادی استفاده کردند (Qaderzadeh *et al.*, 2014). در مطالعه‌ای دیگر، رابطه بین کارآیی تولید و اندازه واحد پرورش زنبور عسل در استان مازندران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این مطالعه، تعیین میزان کارآیی تولید عسل و رابطه آن با تعداد کندو در زنبورستان‌های استان مازندران بود. نتایج نشان داد بیشتر واحدها ناکارآ بوده‌اند. میانگین کارآیی، ۸۰ درصد و کمترین آن حدود ۶۰ درصد بود. همچنین تفاوت زیادی در کارآیی واحدهای مختلف وجود داشت. بر اساس نتایج این مطالعه، تعداد بهینه کندو در هر زنبورستان برابر ۴۰۷ عدد بوده که حدود ۸۴ درصد از زنبورداران کمتر از این تعداد کندو داشتند (Mojavarian and Salari Bana, 2013). بررسی وضعیت اقتصادی صنعت زنبورداری در مراتع الموت استان قزوین نشان داد که ۴۳ درصد از زنبورداران مراتع الموت دارای کمتر از ۴۲ کلنی زنبور عسل بوده و در سطح غیرحرفه‌ای فعالیت می‌کنند. نتایج نشان داد تغییرات اندکی در قیمت این نهاده‌ها می‌تواند تا حد زیادی بر سودآوری زنبورداران منطقه و میزان تولیدات آن‌ها اثرگذار باشد. همچنین با افزایش قیمت نهاده‌های شکر و موم از پنج تا ۳۰ درصد، میزان بازده ناخالص زنبورداران مراتع الموت در گروه‌های مختلف بهره‌برداری غیرحرفه‌ای، نیمه حرفه‌ای و حرفه‌ای نسبت به سال پایه کاهش یافت، اما افزایش قیمت نهاده شکر در مقایسه با نهاده موم به نسبت بیشتری بازده ناخالص زنبورداران را کاهش داد (Parhizkari and Mozaffari, 2016). تحلیل تشخیصی شاخص‌های مؤثر بر میزان تولید زنبورستان‌های آذربایجان شرقی نشان داد که رنگ‌آمیزی کندو با رنگ‌های مورد علاقه زنبور، استفاده از غذای کمکی، انتخاب محل و جهت استقرار زنبورستان‌ها، کوچ و میزان تحصیلات زنبوردار دارای تأثیر معنی‌داری بر میزان تولید عسل کندوها بودند (Sotodeh and Mahmuodi Karamjavan, 2017). تعیین کارآیی واحدهای پرورش زنبور عسل در استان لرستان نشان داد که میانگین کارآیی فنی، تخصیصی و اقتصادی به ترتیب ۶۲/۱، ۵۷/۷ و ۵۴/۶ درصد بود. این امر نشان‌دهنده پتانسیل قابل ملاحظه در افزایش بازدهی آن‌ها است. همچنین نتایج تابع تولید نشان داد که تعداد کوچ در سال و مقدار شکر مصرفی در زنبورستان‌ها بیشترین تأثیر را بر تولید عسل داشته‌اند (Yarahmadi *et al.*, 2020). نتایج تخمین کارآیی و تحلیل اقتصادی زنبورستان‌های یونان نشان داد علیرغم این‌که به نظر می‌رسد زنبورداری بخش سودآوری است، اما ناکارآمدی قابل‌توجهی در این صنعت وجود دارد. به‌طور دقیق‌تر، زنبورداران مورد مطالعه می‌توانند در کوتاه مدت با کاهش نهاده‌های مصرفی خود به میزان ۳۴ درصد و در بلندمدت با کاهش نهاده‌های مصرفی به میزان ۴۳ درصد، سطح تولید مشابهی را با توجه به فناوری موجود کسب نمایند (Makri *et al.*, 2015). در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از تابع تولید مرزی تصادفی، کارآیی فنی صنعت زنبورداری در کشور اتیوپی محاسبه شد. بر اساس نتایج، کارآیی فنی زنبورداران در این کشور، ۰/۷۹ برآورد شد. بنابراین تولیدکنندگان مورد مطالعه به‌طور متوسط، ۷۹ درصد حداکثر مقدار محصولی که می‌توانستند تولید کنند را تولید کرده‌اند و ۲۱ درصد تولید بالقوه به دلیل ناکارآمدی فنی از بین می‌رود (Shiferaw and Gebremedhin, 2016). در یک مطالعه، تحلیل اقتصادی پرورش زنبور عسل در استان بورسای ترکیه با استفاده از مدل ARDL مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، تحلیل آثار نوع کندو بر میزان تولید عسل نشان داد که با ثابت ماندن متغیرهای دیگر، یک درصد افزایش در کندوهای نوع قدیمی باعث کاهش ۰/۲۹ درصدی تولید عسل و یک درصد افزایش در کندوهای نوع جدید باعث افزایش ۰/۴۷ درصدی تولید عسل می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که عملکرد عسل در سال به‌طور متوسط برابر با ۲۶/۲۸ کیلوگرم به ازای هر کلنی است (Vural and Karaman, 2016).

بررسی کارآیی تخصیصی واحدهای زنبورداری در منطقه چیتوان نپال نشان داد که کشاورزان در هر مزرعه به‌طور متوسط حدود ۳۴ کندو را پرورش می‌دهند و تولید سالانه محصولات زنبور عسل معادل ۳۶ کیلوگرم عسل در هر کندو است. نیروی کار، هزینه مواد مصرفی (شکر، دارو و شانه عسل) و هزینه کوچ به‌طور قابل توجهی بر کارآیی زنبورداران مؤثر

بود. همچنین پیشنهاد شد که سطح مالیات نهاده‌های متغیر از راه اعطای وام، یارانه و بیمه برای ارتقاء زنبورداری در منطقه مورد مطالعه و تضمین سود مطلوب برای زنبورداران افزایش یابد (Chandra *et al.*, 2017). در مطالعه‌ای نیز تحلیل کارآیی پرورش‌دهندگان زنبور عسل ترکیه با استفاده از روش مرزی تصادفی نشان داد که میانگین کارآیی فنی مزارع زنبورداری برابر ۰/۵۷ به‌دست آمد که نشان داد زنبورداران به‌طور کلی نسبتاً ناکارآمد عمل کردند. طبق نتایج این مطالعه، مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده، عدم کارآیی فنی شامل سطح تحصیلات کشاورز، یارانه زنبورداری، سن کشاورز، نوع کندوی زنبور عسل و تعداد فعالیت‌های مهاجرتی بیان شده است که برای افزایش کارآیی نیاز به توسعه فناوری‌های جدید خواهد بود (Gürer and Akyol, 2018).

بررسی تحقیقات داخلی و خارجی انجام شده در زمینه بررسی کارآیی فنی واحدهای زنبورداری حاکی از این است که مطالعات قبلی انجام شده برای بررسی کارآیی فنی واحدهای زنبورداری از مدل فرامرزی (Metafrontier) استفاده نکرده‌اند. با توجه به اینکه در مطالعات اخیر، فرض یکسان بودن فناوری‌های تولید و همچنین یکنواختی در مرزهای تولید مناطق مختلف کنار گذاشته شده است. در مطالعه حاضر به منظور لحاظ کردن تفاوت‌های تکنولوژیکی در واحدهای زنبورداری از مفهوم متاتکنولوژی[1] یا فرامرزی[2] استفاده شد. همچنین مطالعه حاضر اولین مطالعه‌ای است که وجود یا عدم وجود شکاف تکنولوژیکی در واحدهای زنبورداری را مورد بررسی قرار می‌دهد. مزیت استفاده از الگوی فرامرزی این است که در صورت ناهمگن بودن سطح تکنولوژی در واحدهای تصمیم‌گیری، کارآیی فنی در سطوح تکنولوژی مختلف قابل برآورد است (Esfanjari Kenari and Zibaei, 2012). ضمن اینکه با بهره‌گیری از مفهوم نسبت شکاف تکنولوژیکی، کارآیی گروه‌های مختلف که دارای سطوح تکنولوژی متفاوت هستند قابل مقایسه است. از این رو، مطالعه حاضر با استفاده از تحلیل فرامرزی نسبت شکاف تکنولوژیکی (Technological gap ratio)، واحدهای زنبورداری شهرستان رودسر را مورد بررسی قرار می‌دهد. ضمن آن که در این مطالعه، عوامل مؤثر بر کارآیی فنی واحدهای زنبورداری شهرستان رودسر نیز مورد بررسی قرار خواهند گرفت و بر این اساس، پیشنهادهای کاربردی ارائه می‌شود.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارآیی واحدهای تولیدی روش‌های مختلفی وجود دارد که به دو گروه روش‌های پارامتری[3] و غیرپارامتری[4] (ناپارامتری) تقسیم می‌شوند. در روش‌های پارامتری با استفاده از روش‌های مختلف آماری و اقتصادسنجی، تابع تولید مشخصی تخمین زده می‌شود، سپس با به‌کارگیری یک شکل تابعی مشخص، مقدار کارآیی محاسبه می‌شود. در روش‌های غیرپارامتریک، کارآیی با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی محاسبه می‌شوند و این برتری را دارند که می‌توانند کارآیی واحدهای تصمیم‌گیری با چند نهاده و چند محصول را محاسبه نمایند. با توجه به اینکه این روش‌ها تمامی داده‌ها را تحت پوشش قرار می‌دهند تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) نام‌گذاری شده‌اند (Esfanjari Kenari et al., 2020). در مطالعه حاضر، از آنجایی که واحدهای تولیدی مورد مطالعه با استفاده از نهاده‌های تولیدی چندین ستاده را تولید می‌کنند از روش‌های غیرپارامتری جهت تعیین نمره کارآیی واحدها بهره گرفته شد.

انتخاب الگوی مناسب برای محاسبه نمرات کارآیی فنی بستگی به میزان کنترل روی ستاده‌ها و نهاده‌ها دارد، هر کدام بیش‌تر قابل‌کنترل باشد، مدل مناسب بر همان اساس انتخاب می‌شود (Esfanjari Kenari *et al.*, 2020). در این مطالعه از الگوی تحلیل پوششی داده‌های نهاده‌گرا بهره گرفته شد که به صورت الگوی زیر فرموله می‌شود (Charnes *et al.*, 1978):

1. Metatechnology
2. Metafrontier
3. Parametric
4. Non parametric

$$\theta^* = \min\theta$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le \theta x_{i0} \qquad i = 1,2,...,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge y_{r0} \qquad r = 1,2,...,s$$

$$\lambda_j \ge 0 \qquad j = 1,2,...,n$$

θ کارآیی فنی واحد تولیدی 0ام (DMU_0) را نسبت به سایر واحدهای تولیدی نشان می‌دهد. λ برداری از مقادیر عددی غیر منفی است. مثبت بودن λ نشان دهنده این است که در تمامی واحدها، همه ورودی‌ها و خروجی‌ها لحاظ می‌شوند. x_i و y_r به ترتیب نهاده‌ها و ستاده‌های واحد j ام، m تعداد نهاده‌ها، s تعداد ستاده‌ها و n تعداد واحدها را نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر، نهاده‌ها شامل X_{1j}= کل هزینه دارو و درمان در واحد زنبورداری j ام بر حسب میلیون ریال، X_{2j}= مقدار شکر مصرف شده در واحد زنبورداری j ام بر حسب کیلوگرم، X_{3j}= مقدار عسل مصرف شده در واحد زنبورداری j ام بر حسب کیلوگرم، X_{4j}= میزان سرکه مصرف شده در واحد زنبورداری j ام بر حسب کیلوگرم، X_{5j}= نشان‌دهنده شاخص دیویژیا[1] یا سایر هزینه‌های واحد زنبورداری j ام بر حسب میلیون ریال، X_{6j}= مقدار کل نیروی کار به‌کار برده شده در واحد زنبورداری j ام بر حسب روز-نفر، X_{7j}= تعداد کندوهای واحد زنبورداری j ام، y_{1j}= مقدار تولید عسل در واحد زنبورداری j ام بر حسب کیلوگرم، y_{2j}= مقدار تولید سایر محصولات تولید شده (به غیر از عسل و موم تولید شده) در واحد زنبورداری j ام بر حسب میلیون ریال[2] و y_{3j}= مقدار موم تولید شده در واحد زنبورداری j ام بر حسب کیلوگرم است. مقدار θ می‌تواند کمتر یا مساوی با یک است. مقدار یک نمایانگر این است که واحد تولیدی کاملاً کارآ است و واحد تولیدی روی مرز کارآ قرار دارد. مسئله برنامه‌ریزی خطی بالا باید برای هر واحد (n مرتبه) حل شود. اگر یک واحد تولیدی روی مرز کارآ قرار گیرد، ولی باز هم امکان کاهش نهاده‌ها بدون کاهش تولید وجود داشته باشد به آن اصطلاحاً کمبود نهاده‌ها گفته می‌شود. همچنین اگر روی مرز کارآی تولید، امکان افزایش محصول بدون تغییر در سطح نهاده‌ها وجود داشته باشد در اصطلاح به آن کمبود ستاده گفته می‌شود. مقدار کمبود نهاده و ستاده برای بنگاه j ام به‌صورت رابطه زیر بیان می‌شود:

$$s_r^+ = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - y_{r0}$$

$$s_i^- = \theta^* x_{i0} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij}$$

که s_i^- و s_r^+ به ترتیب میزان کمبود در نهاده و ستاده را نشان می‌دهد. جهت تعیین مقدار کمبودهای غیرصفر ممکن، از الگوی برنامه‌ریزی خطی رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Max \sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0} \qquad i = 1,2,...,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0} \qquad r = 1,2,...,s$$

$$\lambda_j \ge 0 \qquad j = 1,2,...,n$$

واحد تولیدی 0ام (DMU_0) کارآ است در صورتی که $\theta^* = 1$ باشد و به ازای تمامی نهاده‌ها و ستاده‌های واحد تولیدی، میزان کمبود برابر صفر باشد. به عبارتی به ازای همه i و r ها، $s_i^{-*} = s_r^{+*} = 0$ است. به‌جای تعیین کارآیی و میزان بهینه کمبود نهاده‌ها و ستاده‌های واحد تولیدی در دو مرحله، می‌توان الگوی تحلیل پوششی داده‌ها را به‌صورت الگوی زیر خلاصه کرد:

1. Divisia Index

۲- سایر محصولات شامل مقدار گرده تولید شده، مقدار ژل رویال تولید شده، مقدار بره‌موم تولید شده، فروند ملکه تولید شده و تعداد کندوی زنبور تولید شده است.

$$Min\theta - \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+\right)$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0} \qquad i = 1,2,...,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0} \qquad r = 1,2,...,s$$

$$\lambda_j \geq 0 \qquad j = 1,2,...,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

از راه مقدار بهینه θ^* بیشترین کاهش در میزان استفاده از نهاده‌ها و از مسیر بهینه‌سازی متغیرهای کمبود میزان حرکت روی مرز کارآ مشخص می‌شود. از این الگو برای تخمین کارآیی فنی نسبت به مرز گروهی استفاده می‌شود، با عنایت به اینکه تابع فرامرزی بر پایه داده‌های ترکیب شده برای تمامی واحدها در تمامی سطوح تکنولوژی ساخته می‌شود. اگر L_K نشان‌دهنده k امین سطح تکنولوژی باشد، مجموع تمامی سطوح تکنولوژی برابر خواهد بود با: $L = \sum_{k=1}^{n} L_k$. جهت برآورد کارآیی فنی نسبت به مرز پوششی، باید برای تمامی واحدها، مجدداً مدل برنامه‌ریزی خطی با ماتریس‌های نهاده و ستانده جدید اجرا شود (Wongchai, 2012). سپس برای به دست آوردن کارآیی فنی نسبت به مرز پوششی (فرامرزی)، از الگوی زیر استفاده شود:

$$Min\theta^* - \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i^{*-} + \sum_{r=1}^{s} s_r^{*+}\right)$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^* x^*_{ij} + s_i^{*-} = \theta^* x_{i0} \qquad i = 1,2,...,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j^* y^*_{rj} - s_r^{*+} = y_{r0} \qquad r = 1,2,...,s$$

$$\lambda_j^* \geq 0 \qquad j = 1,2,...,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j^* = 1$$

در این الگو، y_i، بردار مقدار ستاده برای jمین واحد، x_i، بردار مقدار نهاده برای jمین واحد، Y^*، ماتریس مقدار ستاده برای سطح تکنولوژی L، X^*، ماتریس مقدار نهاده برای سطح تکنولوژی L، λ^*، بردار L×1 وزن‌ها، s_i^{*-} و s_r^{*+} به ترتیب میزان کمبود در نهاده و ستاده در سطح تکنولوژی L را نشان می‌دهد و θ^*، اسکالر است. تابع فرامرزی، پوششی از نقاط تولیدی با کارآیی بالا در گروه‌های مختلف است. مفهوم فرامرزی بر این فرض استوار است که کل تولیدکنندگان در گروه‌های مختلف، پتانسیل دستیابی به یک تکنولوژی یکسان را دارند. اگر فرض شود تکنولوژی، سطحی از دانش در یک زمان باشد، آنگاه آنچه که به عنوان تکنولوژی در واحدهای تولیدی به‌کار گرفته می‌شود در واقع از اجزای تکنولوژی فرامرزی است. بنابراین، سطح تکنولوژی L به عنوان تمامیتی از تکنولوژی‌های به‌کارگرفته شده در کلیه واحدهای تولیدی تعریف می‌شود. نسبت شکاف تکنولوژی می‌تواند به‌صورت زیر تعریف شود (O'donnell *et al.*, 2008):

$$TGR_i^k(x,y) = \frac{TE_i^*(x,y)}{TE_i^k(x,y)}$$

این نسبت همواره بین صفر (حداقل) و یک (حداکثر) است. این نسبت هر اندازه بزرگ‌تر باشد، کاهش شکاف بین تکنولوژی مرزی گروهی و تکنولوژی فرامرزی را نشان می‌دهد. زمانی که مرز تکنولوژی مرجع واحد K با مرز تکنولوژی فرامرزی بر هم منطبق شوند، این نسبت برابر یک می‌شود (O'donnell *et al.*, 2008).

در مطالعه حاضر برای بررسی عوامل موثر بر کارآیی فنی از رگرسیون استفاده شد. متغیر وابسته در این رگرسیون، لگاریتم طبیعی کارآیی فنی زنبورداران مورد مطالعه است و متغیرهای مستقل عبارتند از: سن زنبوردار، جنسیت زنبوردار، تحصیلات زنبوردار، لگاریتم طبیعی تعداد سال‌های سابقه زنبوردار، نوع مالکیت زنبوردار، تعداد دفعات شرکت در کلاس‌های آموزشی و ترویجی زنبوردار، نسبت کیلوگرم شکر به کیلوگرم عسل تولیدی زنبوردار، شغل اصلی زنبوردار، لگاریتم طبیعی تعداد کندوی زنبوردار، متغیر کوچ کردن، عضویت در تعاونی زنبورداران و لگاریتم طبیعی درآمد زنبورداران. انتخاب متغیرهای توضیحی در رگرسیون بر اساس بررسی مطالعات گذشته بوده است، با این توضیح که تلاش شده است تمام عواملی را که مطالعات داخلی و خارجی از آنها به عنوان عوامل اثرگذار بر کارآیی فنی معرفی کرده‌اند به‌صورت جامع در رگرسیون مطالعه حاضر مورد بررسی قرار گیرند. جامعه آماری مطالعه حاضر، زنبورداران شهرستان رودسر در استان گیلان است. برای جمع‌آوری اطلاعات از ابزار پرسش‌نامه و مصاحبه

حضوری استفاده شد. برای این منظور از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد. برای انتخاب نمونه به روش نمونه‌گیری ساده از یک جامعه با اندازه مشخص، یک نمونه مقدماتی در نظر گرفته و با استفاده از فرمول زیر، تعداد اعضای نمونه اصلی برآورد شد (Amidi, 1999):

$$n = \left[\frac{z \times s}{r \times y}\right] \Big/ \left[1 + \frac{\left[\frac{z \times s}{r \times y}\right]^2}{N}\right]$$

در این فرمول، n= تعداد نمونه مورد نیاز برای بررسی کارآیی فنی زنبورداران منطقه مورد مطالعه، z= طول نقطه متناظر با احتمال تجمعی 1-a توزیع نرمال استاندارد، r= قدر مطلق خطای مورد نظر در برآورد، s= واریانس نمونه اولیه، y= میانگین نمونه اولیه و N نیز تعداد اعضای جامعه است (Amidi, 1999). برای انجام این پژوهش، ابتدا تعداد زنبورداران منطقه از داده‌های جهاد کشاورزی شهرستان رودسر استخراج شد وسپس به‌صورت تصادفی مورد مصاحبه قرار گرفتند. کمترین تعداد نمونه در مطالعه حاضر برابر با ۱۳۱ محاسبه شد. ولی با توجه به اینکه احتمال شناسایی برخی از نمونه‌ها به عنوان داده‌های پرت وجود داشت به جهت اطمینان بیشتر، تعداد۱۵۰ پرسش‌نامه تکمیل شد. داده‌های مورد نیاز برای این پژوهش به‌صورت حضوری و با تکمیل پرسش‌نامه از ۱۵۰ زنبوردار شهرستان رودسر جمع‌آوری شدند.

نتایج و بحث

داده‌های مطالعه حاضر مربوط به سال ۱۳۹۹ بودند که علاوه بر اطلاعات شخصی زنبورداران (سن، تحصیلات، سابقه، تأهل، جنسیت و ...)، شامل اطلاعاتی نظیر مقدار محصولات تولید شده و میزان نهاده‌های مصرف شده طی یک دوره بودند. در مطالعه حاضر، در ابتدا زنبورداران مورد مطالعه از نظر مهاجر یا ساکن بودن (زنبوردارانی که کوچ نمی‌کنند) به دو گروه همگن زنبوردارانی که مهاجرت می‌کنند و زنبوردارانی که ساکن هستند تقسیم شدند. کیفیت داده‌ها مسئله مهمی در تعیین کارآیی به ویژه در روش‌های ناپارامتری است. بنابراین تخمین مرز امکانات تولید زنبورداران ممکن است به خطای اندازه‌گیری در داده‌های نمونه، حساس باشد زیرا این مرز به وسیله دورترین مشاهدات تعیین می‌شود. بنابراین، نمونه‌های پرت می‌توانند با گسترش مرز کارآیی فنی زنبورداران به سمت بیرون به شدت بر ساختار آن اثر بگذارند. این امر همچنین می‌تواند مقدار کارآیی فنی سایر زنبورداران در نمونه را اریب کند و تفسیر آن‌ها را نیز تحت تأثیر قرار دهد. روش‌های مختلفی جهت تشخیص داده‌های پرت در مدل‌های مرزی غیرپارامتری قطعی[1] استفاده می‌شود، اما بیشترین استناد به روش ابر داده ارائه شده به وسیله Wilson (1993) بوده است. در مطالعه حاضر جهت شناسایی داده‌های پرت در مجموعه داده مورد استفاده از روش ابر داده بهره گرفته شد. با توجه به اطلاعات جدول ۱، تعداد زنبورداران در نمونه مورد مطالعه بعد از حذف داده‌های پرت، ۱۳۸ واحد بود که از این تعداد، ۸۲ واحد مربوط به گروه زنبورداران ساکن است و ۵۶ واحد مربوط به زنبورداران گروه مهاجر است. پس از حذف داده‌های پرت، نمونه مورد بررسی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای (Cluster analysis) به دو گروه همگن از نظر اندازه تقسیم شدند. بر این اساس زنبورداران گروه ساکن و گروه مهاجر به دو گروه همگن از نظر اندازه تقسیم شدند (جدول ۲).

جدول ۱- تعداد واحدهای پرت شناسایی شده با روش ابر داده

Table 1. Number of outliers identified by the data cloud method

Groups	Before using data cloud method	After using data cloud method	Outliers
Non-Immigrant	86	82	4
Immigrant	64	56	8
Total	150	138	12

1. Deterministic non-parametric frontier models

جدول ۲- تعداد زنبورداران ساکن و مهاجر در نمونه مورد مطالعه
Table 2. Number of non-Immigran and immigrant in the studied sample

Groups	Number of hives $\leq$ 56	Number of hives $>$ 56	Total
Non-Immigrant	59	23	82
Immigrant	18	38	56
Total	77	61	138

در مطالعه حاضر زنبورداران ساکن که تعداد کل کندوهای آن‌ها کمتر یا مساوی ۵۶ بوده است تحت عنوان گروه یک، زنبورداران ساکن که تعداد کل کندوهای آن‌ها بزرگ‌تر از ۵۶ بوده است، تحت عنوان گروه دو، زنبورداران مهاجر که تعداد کل کندوهای آن‌ها کمتر یا مساوی ۵۶ بوده است تحت عنوان گروه سه و زنبورداران مهاجر که تعداد کل کندوهای آن‌ها بزرگ‌تر از ۵۶ بوده است تحت عنوان گروه چهار در نظر گرفته شدند. جدول ۳ میانگین نهاده‌های مصرفی و محصولات تولیدی زنبورداران مورد مطالعه طی یک دوره را نشان می‌دهد. میانگین مقدار تولید عسل (مهم‌ترین محصول تولیدی زنبورداران) طی یک دوره برای این گروه برابر با ۳۲۴/۶۶ کیلوگرم است، این در حالی است که برای زنبورداران گروه دو، میانگین مقدار تولید عسل طی یک دوره برابر با ۶۴۷/۸۳ کیلوگرم است. همچنین مقدار میانگین شکر مصرفی (مهم‌ترین نهاده مصرفی زنبورداران) نیز ۳۱۷/۶۳ کیلوگرم است، این در حالی است که این مقدار برای زنبورداران گروه دو برابر با ۵۶۷/۳۹ کیلوگرم بود. همچنین مقدار میانگین تولید عسل طی یک دوره برای گروه سوم، ۴۴۴/۱۷ کیلوگرم است، در صورتی که این مقدار برای گروه چهار معادل ۱۲۹۳/۹۵ کیلوگرم است. همچنین مقدار میانگین شکر مصرفی زنبورداران گروه سه برابر با ۳۲۶/۶۷ کیلوگرم بود، در حالی که این مقدار برای گروه چهار معادل ۱۱۱۰/۵۳ کیلوگرم بود. در واقع زنبورداران مهاجر از نهاده‌های به مراتب بیشتری نسبت به زنبورداران مهاجر استفاده نموده‌اند. افزون بر این، زنبورداران مهاجر ستاده‌های به مراتب بیشتری نیز تولید نموده‌اند. در ادامه بررسی می‌شود که آیا واحدهای زنبورداری مهاجر کارآتر عمل کرده‌اند یا ساکن و اینکه اگر اختلافی در کارآیی فنی وجود دارد این اختلاف معنی‌دار است یا خیر.

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که اگرچه انحراف معیار کارآیی فنی گروهی برای تمام گروه‌های مورد بررسی به نسبت پایین است، ولی این موضوع وقتی که کارآیی فنی نسبت به تابع فرامرزی سنجیده می‌شود صادق نیست و انحراف معیار کارآیی فنی محاسبه شده نسبت به تابع فرامرزی در گروه‌های مورد بررسی دارای انحراف معیار بالاتری است. میانگین کارآیی فنی گروهی زنبورداران گروه اول، ۰/۸۹۰ (با انحراف معیار برابر با ۰/۱۵۴) است یعنی زنبورداران این گروه با به‌کار بردن میزان مشخصی از نهاده‌های تولید به طور متوسط، ۸۹ درصد مقدار محصولی را تولید می‌کنند که با استفاده از همین میزان نهاده و فناوری موجود می‌توانست تولید شود. به عبارت دیگر، زنبورداران گروه اول در صورت پر کردن شکاف فنی خود با واحدهای مرجع گروه یک، می‌توانند محصول خود را تا حداکثر ۱۱ درصد افزایش دهند. میانگین کارآیی فنی گروهی مذکور غیرقابل مقایسه هستند اما نشان می‌دهد که در صورت پر شدن شکاف بین سایر تولیدکنندگان و تولیدکنندگان کارآی گروه‌های مورد بررسی، بدون افزایش مصرف نهاده و تغییر سطح فناوری می‌توان مقدار تولید را افزایش داد. در گروه دوم، میانگین کارآیی فنی گروهی زنبورداران برابر با ۰/۹۰۷ (با انحراف معیار برابر با ۰/۱۳۶) شد. در واقع امکان افزایش ۹/۳ درصدی محصول در این گروه وجود دارد. همچنین نتایج گروه سه نشان داد که میانگین کارآیی فنی گروهی برابر با ۰/۸۷۹(با انحراف معیار برابر با ۰/۱۶۸) شد، یعنی واحدهای این گروه می‌توانند در سطح فناوری موجود مقدار محصول خود را تا سقف ۱۲/۱ درصد افزایش دهند. میانگین کارآیی فنی گروهی زنبورداران گروه چهارم، ۰/۸۸۱ (با انحراف معیار برابر با ۰/۱۵۲) است، یعنی زنبورداران این گروه به‌طور متوسط ۸۸/۱ درصد مقدار محصولی را تولید می‌کنند که با استفاده از همین میزان نهاده و فناوری موجود می‌توانست تولید شود. به عبارت دیگر، زنبورداران گروه چهار در صورت پر کردن شکاف فنی خود با واحدهای مرجع گروه چهار، می‌توانند محصول خود را تا حداکثر ۱۱/۹ درصد افزایش دهند. از آن جایی که هر چقدر نسبت شکاف تکنولوژیکی بیشتر باشد گروه مورد مطالعه از

کارآیی بالاتری برخوردار است و فاصله آن تا تابع فرامرزی کمتر است، در نتیجه زنبورداران گروه سوم با نسبت شکاف تکنولوژیکی معادل ۹۰/۴ درصد در رتبه نخست و زنبورداران گروه چهارم با نسبت شکاف تکنولوژیکی معادل ۷۸/۳ درصد در رتبه دوم قرار دارند، همچنین زنبورداران گروه دوم با نسبت شکاف تکنولوژیکی برابر با ۷۴/۸ درصد در رتبه سوم و زنبورداران گروه اول با نسبت شکاف تکنولوژیکی برابر با ۷۱ درصد در رتبه آخر قرار دارند.

در مطالعه حاضر برای اینکه مشخص شود که آیا بین نسبت شکاف تکنولوژیکی زنبوردارانی که کوچ می‌کنند و کوچ نمی‌کنند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد ابتدا از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که توزیع نسبت شکاف تکنولوژیکی نرمال نیست. با توجه به نرمال نبودن توزیع داده‌ها از آزمون ناپارامتریک یومن ویتنی استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول ۵ گزارش شده است. با توجه به اینکه معنی‌داری آزمون یاد شده کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین نتیجه آزمون معنی‌دار شده و فرض H_0 آزمون من ویتنی رد نمی‌شود. در واقع بین نسبت شکاف تکنولوژیکی زنبوردارانی که کوچ می‌کنند و کوچ نمی‌کنند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد. افزون بر این چون میانگین رتبه نسبت شکاف تکنولوژیکی در گروه زنبوردارانی که کوچ می‌کنند بیشتر است بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که زنبوردارانی که کوچ می‌کنند از نظر آماری به‌طور معنی‌داری از نسبت شکاف تکنولوژیکی بالاتری نیز برخوردارند.

جدول ۳- میانگین نهاده‌های مصرفی و محصولات تولیدی زنبورداران طی یک دوره

Table 3. Average consumption of inputs and products of beekeepers in a period

Input/Output	Group one	Group two	Group three	Group four
Inputs:				
The total cost of medication and treatment (Million Rials)	14.36	25.60	17.34	42.11
Sugar (kg)	317.63	567.39	326.67	1110.53
Used honey (kg)	10.37	16.39	8.56	30.68
Used vinegar (L)	1.68	4.57	1.94	4.79
Other costs (Million Rials)	45/99	117.39	52.97	157.26
Labor	57.83	103.13	89.94	179.39
Number of hives	37.90	77.26	43.50	122.50
Outputs:				
The amount of honey production (kg)	324.66	647.83	444.17	1253.95
The value of non-honey products (Million Rials)	120.13	989.93	374.19	1243.46
The amount of beeswax produced (kg)	20.66	38.70	35	47.76

جدول ۴- نتایج حاصل از تخمین تابع فرامرزی زنبورداران در گروه‌های مختلف

Table 4. Results of estimating the metafrontier function of beekeepers in different groups

Technical efficiency	Item	Group one	Group two	Group three	Group four
Group technical efficiency	Mean	0.890	0.907	0.879	0.881
	Max	1.000	1.000	1.000	1.000
	Min	0.527	0.573	0.512	0.523
	S.d	0.154	0.136	0.168	0.152
Technical efficiency respect to metafrontier	Mean	0.635	0.697	0.799	0.703
	Max	1.000	1.000	1.000	1.000
	Min	0.310	0.251	0.443	0.265
	S.d	0.225	0.264	0.199	0.224
Technological gap ratio	Mean	0.710	0.748	0.904	0.783
	Max	1.000	1.000	1.000	1.000
	Min	0.355	0.340	0.757	0.381
	S.d	0.191	0.211	0.102	0.163

جدول ۵- نتایج آزمون من ویتنی

Table 5. Mann-Whitney test results

Groups	Number	Average rank	Sum of ranks
Non-Immigrant beekeepers	82	63.12	5176
Immigrant beekeepers	56	78.84	4415
Total	138		
Mann-Whitney	1773	z	-2.27
Wilcoxon W	5202	*P*-value	0.02

بنابراین شواهد مطالعه حاضر حاکی از این است که زنبوردارانی که جهت افزایش تولید عسل، به تناسب تغییرات آب و هوا از مناطق قشلاقی به ییلاقی و برعکس کوچ می‌کنند از نظر فنی نسبت به زنبوردارانی که کوچ نمی‌کنند کارآتر عمل کرده‌اند. با توجه به اینکه زنبورهای عسل نسبت به گرما یا سرمای بیش از حد، بارندگی پیوسته و زیاد، هوای ابری مداوم، بادهای شدید، افزایش یا کاهش ناگهانی هوا حساس هستند به نظر می‌رسد این موضوع علت اصلی فاصله بیشتر زنبوردارانی که کوچ نمی‌کنند از تابع فرامرزی باشد. در مقابل، زنبوردارانی که کوچ می‌کنند تلاش می‌کنند تا حد زیادی اثر عوامل محیطی نامطلوب را بکاهند و افزون بر این با کوچ کردن به مکان مناسب و در زمان مناسب از شرایط مطلوب محیطی به نفع کلنی‌های خود استفاده کنند. همچنین در بین زنبوردارانی که کوچ نمی‌کنند (گروه یک و گروه دو)، کلنی‌های بزرگ‌تر از نظر فنی، کارآتر عمل کرده‌اند که علت این امر این است که مدیریت کندوهایی که در تمام سال، ثابت هستند نسبت به کندوهایی که به وسیله زنبوردار به مناطق مختلف طی فرآیند کوچ کردن انتقال داده می‌شوند از پیچیدگی‌های کمتری برخوردار است و اینکه مشکلات مربوط به نقل انتقال کندوها را نیز ندارند. از این رو زنبوردارانی که کوچ نمی‌کنند می‌تواند به مقدار زیادی از بازدهی‌های فزاینده نسبت به مقیاس بهره ببرند. با این وجود در بین زنبوردارانی که کوچ می‌کنند کلنی‌های کوچک‌تر از نظر فنی کارآتر عمل کرده‌اند.

جدول ۶ نتایج عوامل مؤثر بر کارآیی فنی را نشان می‌دهد. به منظور بررسی وجود هم‌خطی بین متغیرهای توضیحی رگرسیون از آزمون سهم‌های واریانس استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که سهم‌های واریانس به ازای هر ریشه مشخصه هیچ زوج مرتبی بالاتر از ۰/۵ نیست، که این نتیجه حاکی از عدم وجود رابطه هم‌خطی شدید است.

جدول ۶- نتایج عوامل مؤثر بر کارآیی فنی زنبورداران مورد مطالعه

Table 6. Results of factors affecting on the technical efficiency of beekeepers studied

Independent variables	Coefficients	S.d	t statistic
Constant	1.594	1.103	1.445
The natural log of age	-0.168	0.18	-0.932
Gender	-0.026	0.044	-0.590
Education	0.018	0.016	1.125
Experience	0.309**	0.076	4.078
Type of ownership	0.612*	0.255	2.394
Educational and extension	0.027**	0.007	3.857
Ratio of kilograms of sugar to kilograms of honey	-0.157	0.186	-0.843
The main job of a beekeeper	0.121**	0.036	3.369
The natural log of the number of hives	0.14*	0.069	2.012
Migrate	0.052**	0.017	3.058
Membership in the cooperative	0.003	0.031	0.096
Income	0.078	0.141	0.553
$R^2 = 0.471$		$\overline{R}^2 = 0.443$	
f-statistic= 103			

Source: Research findings

* and ** indicate the significance level of 5% and 1%, respectively.

همچنین جهت آزمون ناهمسانی واریانس در این تحقیق از آزمون وایت استفاده شده است. نتایج این آزمون نشان داد که احتمال آماره f آزمون وایت بیشتر از ۰/۰۵ است که این نتیجه حاکی از عدم وجود ناهمسانی واریانس بین جملات خطا است. متغیر وابسته در این رگرسیون، لگاریتم طبیعی کارآیی فنی زنبورداران مورد مطالعه است و متغیرهای مستقل رگرسیون عبارتند از: سن زنبوردار، جنسیت زنبوردار (متغیر مجازی)، تحصیلات زنبوردار، لگاریتم طبیعی تعداد سال‌های سابقه زنبوردار، نوع مالکیت (خصوصی یا شرکتی بودن) زنبوردار (متغیر مجازی)، تعداد دفعات شرکت در کلاس‌های آموزشی و ترویجی زنبوردار، نسبت کیلوگرم شکر به کیلوگرم عسل تولیدی زنبوردار، شغل اصلی زنبوردار (متغیر مجازی)، لگاریتم طبیعی تعداد کندوی زنبوردار، متغیر کوچ کردن که نشان‌دهنده این است که آیا زنبوردار در طول دوره، کوچ می‌کند یا ساکن است (متغیر مجازی)، عضویت در تعاونی زنبورداران (متغیر مجازی) و لگاریتم طبیعی درآمد زنبورداران. نتایج تخمین نشان داد که متغیرهای سن، جنس، تحصیلات، نسبت کیلوگرم شکر به کیلوگرم عسل تولیدی و عضویت در تعاونی زنبورداران از نظر آماری تأثیر معنی‌داری ندارند. معنی‌دار نشدن تحصیلات نشان‌دهنده این امر است که زنبورداری الزاماً احتیاج به تحصیلات بالا ندارد و این نتیجه هم‌راستا با نتایج مطالعه دیگر است (Mir Mohammad Sadeghi *et al.*, 2007). متغیر نسبت کیلوگرم شکر به کیلوگرم عسل تولیدی با این فرض وارد رگرسیون شده است که مشخص شود آیا مصرف به‌طور نسبی بیشتر شکر می‌تواند در کارآیی فنی زنبورداران تأثیر مثبت داشته باشد یا خیر. مصرف به‌طور نسبی بالاتر شکر از طرفی می‌تواند نماینده وضعیت نامساعد محیطی یا منطقه باشد. این متغیر اگرچه تأثیر مثبتی بر کارآیی فنی داشته است، اما این تأثیر مثبت از نظر آماری معنی‌دار نبود. برداشت نویسندگان پژوهش حاضر این است که علت عدم معنی‌داری متغیر مذکور آن است که حداقل برخی از زنبورداران مطالعه حاضر در پاسخ به وضعیت نامساعد زنبورداری اقدام به مصرف به‌طور نسبی بیشتر شکر نموده‌اند. علت معنی‌دار نبودن متغیر عضویت در تعاونی نیز می‌تواند به علت عدم کارآیی تعاونی منطقه مورد مطالعه باشد. متغیر سابقه کار از نظر آماری تأثیر مثبت و معنی‌داری بر کارآیی فنی زنبورداران داشته است. با توجه به این که هم متغیر مستقل سابقه کار و هم متغیر وابسته کارآیی فنی زنبوردار به‌صورت لگاریتمی هستند، ضریب مربوطه نشان‌دهنده کشش کارآیی فنی نسبت به تغییرات در سابقه کار زنبوردار است. زنبوردارانی که مالکیت شخصی داشته‌اند از نظر آماری از کارآیی فنی بالاتری برخوردار بودند. با توجه به این امر که زنبورداری احتیاج به مدیریت خاص و مراقبت دائمی دارد، در صورت شراکتی بودن زنبورداری، مدیریت در حد مطلوب انجام نمی‌گیرد. متغیر شرکت در کلاس‌های آموزشی و ترویجی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر کارآیی فنی زنبورداران داشته است. این امر بیانگر آن است که آموزش‌ها و فعالیت‌های ترویجی مفید بوده و هم‌سو با نیازهای زنبورداران است. نتایج همچنین نشان داد که زنبوردارانی که شغل اصلی آن‌ها زنبورداری است از نظر آماری دارای کارآیی فنی بالاتری نیز بوده‌اند. به نظر می‌رسد این امر می‌تواند به علت وقت و انرژی بیشتری باشد که این افراد برای مدیریت و مراقبت کلنی‌های خود در نظر می‌گیرند. اثر لگاریتم طبیعی تعداد کندوها به عنوان تخمینی از اندازه زنبورداری نیز از نظر آماری معنی‌دار شد. این امر نشان‌دهنده آن است که افزایش تعداد کندوها می‌تواند کارآیی فنی زنبورداران را افزایش دهد. این نتیجه هم‌راستا با نتایج سایر مطالعات است (Kiani Abri *et al.*, 2000; Mir Mohammad Sadeghi *et al.*, 2007). همچنین نتایج رگرسیون نشان داد که زنبوردارانی که کوچ می‌کنند از نظر آماری به‌طور معنی‌داری کارآیی فنی بالاتری داشته‌اند که این امر می‌تواند به علت بهره‌گیری از پوشش‌های گیاهی مناسب و غنی باشد. ضریب تعیین R^2 و $\overline{R}^2$ تعدیل شده کمتر از پنجاه درصد بود. پایین بودن R^2 غیرمنتظره نیست و در مطالعات زیادی که برای تخمین رگرسیون از داده‌های مقطعی استفاده شده، عموماً ضریب تعیین نسبتاً پایین به‌دست آمده است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد زنبوردارانی که کوچ می‌کنند به‌طور معنی‌داری از نسبت شکاف تکنولوژیکی بالاتری نیز برخوردار هستند و همچنین با توجه به نتایج رگرسیون عوامل مؤثر بر کارآیی فنی زنبورداران که بیانگر وجود رابطه مثبت و

معنی‌دار بین متغیر مجازی کوچ و کارآیی فنی زنبورداران است، می‌توان نتیجه گرفت که این امر می‌تواند نقطه امیدبخشی برای سیاست‌گذاران بخش کشاورزی باشد چرا که با برطرف نمودن مشکلات مربوط به کوچ، زنبورداران می‌توانند با استفاده از منابع فعلی، سطح تولیدات زنبورداران را ارتقاء بخشند. در شرایطی که باغداران و کشاورزان در کشورهای پیشرفته به زنبوردارانی که کندوهای خود را در باغ‌ها و مزارع آن‌ها مستقر کنند به دلیل خدمت گرده‌افشانی که زنبورها انجام می‌دهند، پول پرداخت می‌کنند (به‌طور متوسط ۲۷ دلار به ازای هر کندو)، متأسفانه بعضی از کشاورزان و باغداران کشور به علت ناآگاهی از اهمیت گرده‌افشانی به وسیله زنبورعسل، اجازه مستقر شدن کندوهای زنبورداران را نمی‌دهند و اگر هم بدهند در مقابل از زنبوردار پول طلب می‌کنند که گاهی به همین دلیل، توافق صورت نمی‌گیرد. حتی برخی از کشاورزان و باغداران تصور می‌کنند که زنبورعسل به محصولات آن‌ها آسیب می‌رساند. بنابراین لازم است در زمینه اینکه زنبورداران برای تولیدات کشاورزی مفید هستند و برای اهالی محل نگهداری کلنی‌ها مضر نیستند کار فرهنگی انجام شود. بدیهی است که این کار خارج از توان زنبورداران بوده و دولت و یا سازمان‌های غیردولتی می‌توانند در این امر قدم‌های مؤثری بردارند. با توجه به این که در مطالعه حاضر، نقش ترویج و آموزش کشاورزی در افزایش کارآیی فنی زنبورداران معنی‌دار بوده است به نظر می‌رسد ترویج و آموزش کشاورزی نقش مهمی در افزایش آگاهی کشاورزان و باغداران نیز می‌تواند ایفا کند بنابراین پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده، نقش ترویج و آموزش کشاورزی در افزایش سطح آگاهی کشاورزان و باغ‌داران مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به میانگین کارآیی فنی زنبورداران در گروه‌های مورد بررسی، مسئولان می‌توانند با فراهم کردن خدمات توسعه‌ای و ترویجی از راه گسترش روش های اعمال شده در واحدهای کارآ و ارتقای دانش مدیریت و تجربه در میان واحدها و آموزش روش استفاده بهینه از نهاده ها، مقدار تولید عسل را افزایش دهند. با توجه اینکه زنبورداران در مجموع از قشر کم‌درآمد جامعه هستند و این موضوع که ارتباط مثبتی و معنی‌داری بین تعداد کندوها و کارآیی فنی وجود دارد، بنابراین افزایش تعداد کندوها می‌تواند از راه افزایش کارآیی فنی، درآمد بالاتری را نصیب زنبورداران کند. همچنین با توجه به رابطه مثبت و معنی‌دار مالکیت می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش مالکیت خصوصی، کارآیی فنی و به دنبال آن، درآمد زنبورداران افزایش پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد فراهم کردن شرایط لازم جهت دسترسی آسان‌تر و ارزان‌تر زنبورداران به نهاده های تولید نظیر دادن وام‌های کم‌بهره (با توجه به تاثیر مثبت مالکیت و تعداد کندو بر کارآیی فنی) می‌تواند باعث افزایش تولیدات زنبورداران و افزایش درآمد آنها شود.

فهرست منابع

Adanakis Y. 2014. The Sustainable Intensification of Farming Systems: Evaluating Agricultural Productivity, Technical and Economic Efficiency. Ph.D. thesis. University of Reading, United Kingdom.

Amidi A. 1999. Sampling theory and its applications, University Publishing, Volume I. Pp. 74-86. (In Persian).

Bayat N., Rastegar A., Khorasani M. A. and Ghanbarinasab A. 2011. The determination and analysis of effective factors on slump of livestock farm economic in countryside area (case study: Paridar and Mahdaviyeh villages-Malayer city. Journal of Countryside Researches, 15: 153-181.

Blancard S. and Martin E. 2014. Energy efficiency measurement in agriculture with imprecise energy content information. Journal of Energy Policy, 16: 198-208.

Chandra D. S., Prasad R. P., Bahadur T. R., Kumar S. and Bahadur K. D. 2017. Allocative efficiency of resource use on beekeeping in chitwan district of Nepal. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology, 4: 1447-1451.

Charnes A., Cooper W. W. and Rhodes E. 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research, 6: 429- 444.

Esfanjari Kenari R., Ahmadpour Borazjani M., Kaikha A. A., Ziaei S. and Salarpour M. 2020. Determination of technical efficiency and optimum size of rice farms in Mazandaran province (Case study: Fereydunkenar County). International Journal of Agricultural Management and Development, 10(3): 257-265.

Esfanjari Kenari R. and Zibaei M. 2012. Investigation of technical efficiency and technological gap of Iranian laying hen industrial units. Journal of Agricultural Economics and Development, 26(4): 252-260. (In Persian).

Gürer B. and Akyol E. 2018. An empirical analysis of technical efficiency determinants in beekeeping farms: evidence and policy implications from Niğde Province, Turkey. Journal of Agriculture and Environment for International Development, 2: 343-359.

Karimi A., Nazarian H. and Jafari A. 2007. Identification of Fars honey bee plant resources from three families in Fars province (Asteraceae, papilionaceae and Lamiaceae). Veterinary Researches & Biological Products, 20(2), 101-111. (In Persian).

Kiani Abri M., Khosh Akhlagh R. and Nilforoshan A. 2000. Analysis of technical, allocative and economic efficiency of beekeepers in Isfahan province. Agricultural Economics and Development, 8(32): 272-261. (In Persian).

LaPlante A. E. 2015. A Comprehensive Study of Bank Branch Growth Potential and Growth Trends through the Development of a Unique DEA Formulation and a New Restricted DEA Model. Unpublished Ph.D. thesis. University of Toronto, Canada.

Makri P., Papanagiotou P. and Papanagiotou E. 2015. Efficiency and economic analysis of Greek beekeeping farms. Journal of Agricultural Science, 3: 479-484.

Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2020. Iran's livestock and poultry products. Retrieved February. 16, 2020, from https://www.jkgc.ir/fa. (In Persian).

Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2022. Iran's livestock and poultry products. Retrieved January. 2, 2022, from https://www.jkgc.ir/fa. (In Persian).

Mir Mohammad Sadeghi J., Edris M. A. and Mostajeran M. 2007. Factors affecting the income of beekeepers in Isfahan, Khomeini Shahr and Najafabad, Development and Productivity, 2(6): 2-9. (In Persian).

Mojavarian M. and Salari Bana H. 2013. Investigating the relationship between efficiency (with variable efficiency) of production with the size of Mazandaran beekeeping unit. Agricultural Economics and Development, 21(83): 19-34. (In Persian).

O'donnell C. J., Rao D. and Battese G. 2008. Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratio. Journal of Empirical Economics, 2: 231-255.

Parhizkari A. and Mozaffari M. 2016. Investigating the economic situation of the beekeeping industry along with the analysis of the effects of the increase in the price of production inputs (case study: beekeepers of Alamut pastures). Agricultural Economics Research, 8(30), 47-75.

Qaderzadeh H., Kanani F. and Vaziri A. 2014. Assessing the productivity of honey production inputs in Kurdistan province (Case study: beekeepers in Sanandaj), the sixth conference on agricultural research findings, Sanandaj. (In Persian).

Sadeghi J. M. 1997. Factors affecting wage rate among bakery workers in the city of Isfahan, Iran. Journal of Research in Middle East Economics, 1: 67-75.

Shiferaw K. and Gebremedhin D. 2016. Technical efficiency of small-scale honey producers in Ethiopia: A stochastic frontier analysis. International Livestock Research Institute (ILRI) Ethiopia. https://EconPapers.repec.org/RePEc:pra:mprapa: 69332.

Sotodeh V. and Mahmuodi Karamjavan J. 2017. Discriminant analyses of efficient indexes on apiaries production in East Azerbaijan County. Journal of Agricultural Extension and Education Research, 9(4), 37-46. (In Persian).

Vural H. and Karaman S. 2016. Socio-economic analysis of beekeeping and the effects of beehive types on honey production. African Journal of Agricultural Research, 2: 223-227.

Wilson P. W. 1993. Detecting Outliers in Deterministic Nonparametric Frontier Models with Multiple Outputs. Journal of Business & Economic Statistics, 3: 319-323.

Wongchai A., Liu W. B. and Peng K. C. 2012. DEA metafrontier analysis on technical efficiency differences of national universities in Thailand. International Journal on New Trends in Education and their Implications, 3: 3-12.

Yarahmadi B., Mohammadi Saei M., Ghorbani K. and Pahlavani R. 2020. Determining the efficiency of bee units using the parametric frontier method in Lorestan province (Case study of Khorramabad city). Livestock Production Research, 11(27): 135-126. (In Persian).