

## **Performance Evaluation of Production Chain using Two-Stage DEA Method (Case Study: Iranian Poultry Industry)**

**Alireza Alinezhad\***

**Ali Taherinezhad\*\***

### **Abstract**

Today, the poultry industry is one of the most important food industries in any country in providing food to the communities. Knowledge of how the production chain works in this industry is essential. The purpose of this paper is to evaluate the performance of 28 active production chains in the Iranian poultry industry and to calculate their relative efficiency and also determines the supply chain pattern for other chains. In order to achieve this goal, non-parametric data envelopment analysis (DEA) method has been used. The relative efficiency of each unit is first calculated with the network DEA approach and then the traditional DEA and the results of the two methods are compared. Finally, the cross-efficiency method is used to rank the efficient units. The results showed that in the network and traditional model, out of 28 production chains under study, 3 and 7 efficient chains, respectively. In models, the minimum efficiency is 63% and 67%, respectively. Given the number of efficient units in the traditional DEA model, it is obvious that the decision to

\* Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran, (Corresponding Author)  
alalinezhad@gmail.com

\*\* Master of Science Student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran,  
atqiau@gmail.com

Date received: 19/06/2021, Date of acceptance: 25/11/2021



Copyright © 2018, This is an Open Access article. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

determine the pattern production chain for other production chains is difficult. This study proposes a network DEA model to evaluate the performance of Iranian poultry industry production chains.

**Keywords:** Efficiency, Supply chain, Two-stage DEA, Poultry Industry.

JEL Classification: C67, H0, L80



## ارزیابی عملکرد زنجیره تولید با استفاده از روش تحلیل پوششی داده دو مرحله‌ای (موردکاوی: صنعت مرغداری ایران)

علیرضا علی‌نژاد\*

علی طاهری‌نژاد\*\*

### چکیده

امروزه، صنعت مرغداری یکی از صنایع غذایی مهم هر کشور در تأمین سبد غذایی جوامع می‌باشد. اشراف بر چگونگی عملکرد زنجیره تولید در این صنعت، امری ضروری است. هدف این مقاله، ارزیابی عملکرد ۲۸ زنجیره‌ی تولید فعال در صنعت مرغ ایران و محاسبه‌ی کارایی نسبی آن‌ها و همچنین تعیین زنجیره‌ی تأمین الگو برای سایر زنجیره‌ها می‌باشد. به منظور تحقق این هدف، از روش غیرپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) استفاده شده است. کارایی نسبی هر یک از واحدها، ابتدا با رویکرد DEA شبکه‌ای و سپس DEA سنتی محاسبه و نتایج دو روش با هم مقایسه می‌شوند. نهایتاً، جهت رتبه‌بندی واحدهای کارآ از روش کارایی متقاطع استفاده می‌گردد. نتایج نشان داد که در مدل شبکه‌ای و سنتی از مجموع ۲۸ زنجیره تولید تحت بررسی، به ترتیب ۳ و ۷ زنجیره کارآ عمل می‌کنند. در مدل‌ها، حداقل کارایی به ترتیب ۶۳٪ و ۶۷٪ می‌باشد. با توجه به تعداد واحدهای کارآمد در مدل DEA سنتی، بدیهی است که تصمیم‌گیری جهت تعیین زنجیره تولید الگو برای سایر زنجیره‌های تولید با مشکل مواجه است. این مطالعه،

\* دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران (نویسنده مسئول)، [alalinezhad@gmail.com](mailto:alalinezhad@gmail.com)

\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران، [atqiau@gmail.com](mailto:atqiau@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۴



مدل DEA شبکه‌ای را جهت ارزیابی عملکرد زنجیره‌های تولید صنعت مرغداری ایران پیشنهاد می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** کارآیی، زنجیره تأمین، تحلیل پوششی داده دو مرحله‌ای، صنعت مرغداری.

طبقه‌بندی JEL : C67, H0, L80

## ۱. مقدمه

بر اساس آمار فائو<sup>۱</sup> صنعت مرغداری ایران رتبه‌ی هفتم تولید مرغ در جهان را داراست (وبسایت فائو Fao Website, ۱۳۹۹). این صنعت با وجود گستردگی واحدهای تولید در سطح کشور و اهمیت آن در سبد غذایی مردم، با دو دسته‌ی اساسی از مشکلات روبه‌رو است که بر نوسان و افزایش قیمت نهایی مرغ اثرگذار می‌باشند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۴: ۵۱)

۱. ضعف مدیریت مرغداری‌ها و عدم تمایل به آموزش در مدیران سنتی؛ بالا بودن دوره پرورش مرغ؛ عدم فعالیت و یا نیمه فعال بودن بسیاری از واحدهای تولیدی؛ فقدان مدیریت واحد و یکپارچه در زنجیره تولید؛ نوسان تولید در جوجه یک روزه؛ مستقل بودن واحدهای تولیدی و عدم وجود سیستم قراردادی.

۲. هزینه بالای تولید به دلیل بالا بودن ضریب تبدیل پرورش مرغ؛ تجهیزات قدیمی؛ مصرف بالای انرژی؛ نوسان قیمت نهاده‌های دان و عدم استفاده کامل از دان پلت<sup>۲</sup>.

در کشور ایران با وجود تلاش نهادهای دولتی و خصوصی در حمایت از صنعت مرغداری، تولیدات این صنعت برای تأمین تقاضای داخلی کفایت نمی‌کند و پاسخ به بخشی از تقاضا نیازمند واردات مرغ از سایر کشورها است. صنعت مرغداری کشور می‌تواند به دلایل متعدد نسبت به سایر صنایع دام‌پروری در اولویت تخصیص تسهیلات دولتی و خصوصی قرار گیرد. از جمله این دلایل سرعت بالای رشد طیور در زمان کوتاه نسبت به سایر دام‌ها، ضریب تبدیل غذایی پایین، امکان تولید در تمام شرایط آب و هوایی و نیاز به سرمایه پایین نسبت به سایر صنایع دام‌پروری می‌باشد. به‌طورکلی صنعت مرغداری گوشتی شامل سه بخش پرورش اولیه، تولید و توزیع است. بخش پرورش اولیه شامل مراحل مرغ لاین<sup>۳</sup> و مرغ اجداد<sup>۴</sup>، بخش تولید شامل مراحل مادر، جوجه‌کشی،

خوراک طیور و فرآوری (کشتارگاه و قطعه بندی) و بخش توزیع شامل شبکه توزیع مرغ به مراکز فروش است (دل انگیزان و جشن پرووکانی، ۱۳۹۶: ۲۹).

اکنون به بیان مفهوم زنجیره تأمین و بخش نهایی صنعت مرغداری یعنی توزیع در زنجیره می پردازیم. به طور کلی زنجیره تأمین شامل همه ی فعالیت های مورد نیاز برای ارائه یک خدمت یا محصول به مشتری نهایی می باشد (حسینی و شیخی، ۱۳۹۱: ۳۱). به عبارت دیگر یک زنجیره تأمین شامل تمام مراحل است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم در برآورده ساختن خواسته های مشتری دخیل است (جین و همکاران Jain et al. ۲۰۰۴: ۷۳۵). توزیع، آخرین حلقه زنجیره تأمین محسوب می شود که بدون واسطه، محصولات تولید شده توسط کارخانه ی تولیدی را تهیه نموده و با توجه به سیستم لجستیکی برنامه ریزی شده، محصولات را به انبارهای خود منتقل کرده و به بازار مصرف عرضه می دارد (سیدحسینی و یدرنجی اقدم، ۱۳۸۸: ۸۴).

با توجه به تعاریف بیان شده و موردکاوی تحقیق حاضر، اهمیت مدیریت یک زنجیره تأمین در صنعت مرغداری به ویژه در بخش توزیع بیش از پیش روشن شد. بدیهی است که بررسی عملکرد<sup>۵</sup> زنجیره های تأمین در این صنعت، می تواند سبب رقابت میان زنجیره ها و در پی آن رشد صنعت مرغداری در کشور و کاهش واردات در این حوزه شود. این همان مسئله ی تحقیقی است که مقاله ی حاضر بر آن تمرکز دارد. هدف این مقاله بررسی عملکرد ۲۸ زنجیره تأمین در صنعت مرغداری کشور و در پی آن تعیین زنجیره تأمین الگو برای پیشرفت سایر زنجیره ها می باشد. در ادامه روش ریاضی مورد نیاز جهت تحقق اهداف تحقیق ارائه و تشریح شده است.

بررسی عملکرد در هر ساختار و سازمانی، نیازمند شاخصی است تا بتوان به طور دقیق متغیرهای موثر بر آن را بررسی کنیم. شاخص کارآیی<sup>۶</sup> به خوبی می تواند منعکس کننده ی عملکرد یک سازمان باشد (علی نژاد و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۵). تحلیل پوششی داده ها (DEA) (Data Envelopment Analysis) ابزار ریاضی قدرتمندی است که می تواند کارآیی یک سازمان (زنجیره تأمین در موردکاوی تحقیق) را اندازه گیری و یا به عبارت دیگر عملکرد آن سازمان را منعکس کند (علی نژاد و بهروزی نژاد، ۱۳۹۰: ۵۵، فارسسیجانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۹). بنابراین در این تحقیق، برای تبیین و بررسی عملکرد زنجیره های تأمین، به اندازه گیری کارآیی آن ها با استفاده از DEA پرداخته شده است.

ابزار ریاضی DEA روشی غیرپارامتریک است که به مقادیر اولیه (ورودی‌ها-خروجی‌ها) وابسته و حساس می‌باشد؛ به طوری که انتخاب متغیرهای نامناسب می‌تواند منجر به نتایج غیرصحیح و غیرواقعی گردد (امینی و همکاران، Amini et al. ۲۰۱۶: ۱۲۷۶). در این روش معمولاً انتخاب متغیرها از طریق مشورت با کارشناسان حوزه مورد بررسی انجام می‌گیرد. در این مطالعه، پس از مرور تحقیقات صنعت مرغداری و مشورت با کارشناسان و مدیران این صنعت، سه نوع متغیر ورودی (شامل هزینه مواد، هزینه نیروی انسانی، هزینه تجهیزات و تأسیسات، هزینه حمل و نقل)، میانی (شامل تعداد و قیمت مرغ) و خروجی (شامل سود و هزینه کشتار) جهت تشکیل مدل ریاضی دو مرحله‌ای DEA انتخاب شدند. نهایتاً پس از حل مدل‌های ریاضی، کارآیی‌های اندازه‌گیری شده برای هر زنجیره تأمین، شاخصی مناسب جهت انعکاس عملکرد آن‌ها می‌باشند. همچنین با مقایسه‌ی زنجیره تأمین کارآمد<sup>۷</sup> (الگو) با سایر زنجیره‌ها، افق‌های روشنی برای برنامه‌ریزی و پیشرفت سایر زنجیره‌ها نمایان می‌شود. سایر بخش‌های مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است:

بخش ۲ به مرور ادبیات تحقیق می‌پردازد. روش‌شناسی تحقیق در بخش ۳ ارائه و تشریح شده است. بخش ۴ نتایج محاسباتی و بحث را شامل می‌شود. نهایتاً در بخش ۵ نتیجه‌گیری، جهت‌گیری‌ها پژوهشی آتی و پیشنهادها آمده است.

## ۲. پیشینه تحقیق

### ۱.۲ صنعت مرغداری

در این بخش ابتدا آثار مرتبط با تحقیق حاضر از دیدگاه مورد مطالعاتی و به صورت مجزا از روش‌شناسی و رویکرد تحقیق مرور می‌شوند. هدف از مرور ادبیات صنعت مرغداری، شناسایی متغیرهای اثرگذار و ایجاد پیوند میان آن‌ها در زنجیره تأمین محصول می‌باشد. پس از بررسی موشکافانه تحقیقات در این حوزه، اهمیت دو نوع متغیر (هزینه‌ها و قیمت فروش محصول نهایی) بیش از پیش تبیین شد.

برای مثال نودری و همکاران (۱۳۹۱) ساختار هزینه‌ای واحدهای پرورش مرغ گوشتی را به وسیله متدولوژی «فرضیه دوگانگی» در شهرستان‌های سنندج و کامیاران مورد بررسی قرار داده و تابع هزینه «ترانسلوگ (Translog Cost Function (TCF))» را از همه توابع

برتر دانسته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داده است که دارو و نیروی کار با جوجه یک‌روزه رابطه مکمل دارند، ولی سوخت و دارو رابطه جایگزینی دارند.

در مطالعه‌ای دیگر رحمانی و قادرزاده (۱۳۹۲) تابع هزینه مرغداری‌های گوشتی در شهرستان سنندج را با استفاده از تابع هزینه ترانسولگ و به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده از واحدهای پرورش مرغ گوشتی برآورد کرده و به این نتیجه رسیدند که هزینه دان با 61 درصد بیشترین سهم و جوجه یک‌روزه و سوخت به ترتیب با 15 درصد و 12 درصد عمده هزینه‌های متغیر را به خود اختصاص داده‌اند.

در تحقیقی دیگر حسینی و همکاران (۱۳۹۴) با تمرکز بر متغیرهایی از جنس هزینه، به تعیین سهم عوامل هزینه‌ای موثر بر قیمت تمام شده هر کیلوگرم مرغ گوشتی پرداختند. سه مطالعه‌ی ذکر شده به خوبی اثرگذاری هزینه‌ها بر ساختارها و زنجیره‌های صنعت مرغداری را منعکس می‌کنند. بنابراین، در تحقیق حاضر نیز متغیرهای هزینه جهت اندازه‌گیری کارایی زنجیره‌ها دخیل می‌باشند.

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، رویکرد دیگری که می‌تواند در بررسی صنعت مرغداری مورد توجه محققان گیرد، رویکردی با تمرکز مستقیم بر قیمت محصول مرغ است. براساس این دیدگاه نیز تحقیقات زیادی در این حوزه انجام پذیرفته است که در این بخش به چند مورد از این آثار اشاره می‌شود.

برای مثال گیلان‌پور و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی آثار مداخلات دولت در بازار گوشت مرغ پرداخته‌اند. در این مطالعه، آثار چهار دسته سیاست افزایش قیمت گوشت مرغ، تغییر قیمت کنجاله، تغییر قیمت جوجه یک‌روزه و تغییر قیمت ذرت شبیه‌سازی شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل فلویید (Fluid Simulation Model) نشان داد که بازار گوشت مرغ تحت تأثیر مداخله‌های مستقیم دولت به‌ویژه در بازار نهاده‌ها قرار دارد. بر اساس نتایج پژوهش مورد اشاره، یک درصد افزایش قیمت در جوجه یک‌روزه، قیمت ذرت و کنجاله، سویا و گوشت مرغ را به ترتیب به مقدار ۰/۹، ۰/۸۶ و ۰/۵۶ درصد افزایش می‌دهد.

در مطالعه‌ای دیگر پیش‌بهار و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی اثرات شوک‌های قیمتی نهاده‌ها بر قیمت گوشت مرغ با استفاده از رویکرد غیرخطی مارکوف-سویچینگ پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد رفتار قیمتی مرغ به‌صورت

غیرخطی بوده و نهاده‌های جوجه یک‌روزه، سویا و ذرت کاملاً بر روی قیمت آن تأثیرگذار است.

در تحقیقی دیگر جزقانی و همکاران (۱۳۹۴) مطالعه‌ای را با تمرکز بر انتقال قیمت مکانی گوشت مرغ ایران و برزیل (به عنوان مهم‌ترین شریک تجاری ایران) با استفاده از مدل رگرسیون برداری انجام دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که نوسانات افزایش قیمت در برزیل بر نوسانات قیمت در ایران مؤثر است، ولی کاهش قیمت در برزیل بر نوسانات قیمت در ایران تأثیرگذار نبوده است.

همانند روندی که در مرور تحقیقات انجام شده بر مبنای متغیرهای هزینه‌ای استنتاج شد، بر اساس سه مطالعه‌ی مذکور نیز می‌توان نتیجه گرفت که متغیر قیمت، از متغیرهای اثرگذار در رویکردهای تحقیقی این صنعت می‌باشد. بر اساس دیدگاه موردکاوی (و نه روش‌شناسی) و مطالب تشریح شده در این بخش، مشارکت و نوآوری تحقیق حاضر در ادبیات موضوع، تجمیع متغیرهای قیمت و هزینه و ایجاد پیوند میان آن‌ها با زنجیره‌های تأمین محصول مرغ جهت بررسی عملکرد می‌باشد.

## ۲.۲ تحلیل پوششی داده‌ها و زنجیره تأمین

در این بخش مرور ادبیات تحقیق بر اساس دیدگاه روش‌شناسی و مجزا از موردکاوی تحقیق (صنعت مرغداری) صورت گرفته است. همانطور که در بخش مقدمه ذکر شد، ابزار تحلیل پوششی داده (DEA) می‌تواند اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMUs)<sup>۱</sup> و در پی آن سنجش عملکرد آن‌ها را تسهیل نماید. یکی از کاربردهای DEA اندازه‌گیری کارایی زنجیره‌های تأمین است. در سال‌های اخیر تحقیقات گسترده و گوناگونی در این حوزه انجام شده است. در این تحقیقات با در نظر گرفتن زنجیره‌های تأمین به عنوان DMUs و تعیین ورودی‌خروجی‌های آن‌ها، شاخص کارایی بر اساس مدل‌های DEA اندازه‌گیری شده است. در ادامه به برخی از این تحقیقات اشاره و جزئیات آن‌ها تشریح شده است.

برای مثال چن و یان (Chen and Yan) (۲۰۱۱)، به بررسی مدل DEA شبکه‌ای برای ارزیابی عملکرد یک زنجیره تأمین در حالت کلی پرداختند. در این تحقیق یک مدل DEA شبکه‌ای جایگزین ساخته شده است که مظهر ساختار داخلی برای ارزیابی عملکرد زنجیره



تأمین است. سه مدل مختلف DEA شبکه‌ای به ترتیب تحت مفهوم مکانیسم های متمرکز، غیرمتمرکز و مختلط معرفی شده اند. همچنین در این مطالعه در مورد پسماندهای منابع داخلی در زنجیره تأمین نیز تحقیق شده است. در تحقیق مشابه دیگر نیز، میسرا (Mishra) (۲۰۱۲) بر اساس رویکرد DEA اثربخشی زنجیره تأمین را مورد ارزیابی قرار داد.

در مطالعه‌ای دیگر، خداکرمی و همکاران (Khodakarami et al) (۲۰۱۵) به توسعه مدل‌های تجزیه و تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای متمایز در ارزیابی پایداری مدیریت زنجیره تأمین پرداختند. ایده‌های پیشنهادی این تحقیق برای ارزیابی پایداری زنجیره‌های تأمین در شرکت‌های تولیدکننده رزین استفاده شده است.

توانا و همکاران (Tavana et al) (۲۰۱۶)، بر اساس رویکردی بدیع یک مدل تحلیل پوششی داده دو مرحله‌ای را برای اندازه‌گیری کارایی و سنجش عملکرد در زنجیره‌های تأمین سه‌سطحی (تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان) فرموله کردند. مدل ارائه شده می‌تواند تحت دو بازده ثابت و متغیر به مقیاس مورد استفاده قرار گیرد. همچنین طبق مدل پیشنهادی ارزیابی جامع زنجیره‌های تأمین چندسطحی تسهیل شده است. در این تحقیق یک مثال عددی برای نشان دادن کاربرد مدل ارائه شده بیان شده است که اثربخشی الگوریتم‌ها و مراحل پیشنهادی را نیز نمایش می‌دهد. به طور خاص، نتایج عددی نشان می‌دهد که زنجیره تأمین کاملاً جامع تنها در صورت ایجاد روابط میان تأمین‌کننده، تولیدکننده و توزیع‌کننده کارآمد است.

امینی و همکاران (Amini et al) (۲۰۱۶) در تحقیقی یک مدل DEA شبکه‌ای را جهت ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین سبز با خروجی‌های نامطلوب توسعه دادند. به دنبال این مطالعه، علی نژاد و خلیلی (Alinezhad and Khalili) (۲۰۱۸) در مقاله‌ای به بررسی ارزیابی عملکرد در زنجیره تأمین سبز با استفاده از BSC (Balanced Scorecard (BSC))، DEA و داده‌کاوی پرداختند. این مقاله با هدف بررسی کارایی زنجیره تأمین سبز با استفاده از شاخص بهره‌وری<sup>۹</sup> بر اساس ورودی‌ها و خروجی‌های مدل BSC و به دنبال آن ارائه برخی از قوانین با استفاده از روش درخت تصمیم‌گیری (Decision Tree (DT)) انجام شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که مدل پیشنهادی از صحت و تفسیر بالایی در ارزیابی عملکرد نسبت به مدل‌های قبلی برخوردار بوده و تصمیم‌گیری مدیران زنجیره‌ها را سهولت می‌بخشد تا در افزایش بهره‌وری موثر باشد.

در تحقیقی دیگر، سولگی و همکاران (Solgi et al) (۲۰۱۹) یک روش کارآمد تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها را جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان سیستم‌های محصول پیچیده پیاده‌سازی کردند. در مدل پیشنهادی آن‌ها، تأمین‌کنندگان مختلف بر اساس مجموعه معیارهای اقتصادی، فنی و جغرافیایی سنجش شده‌اند. در این تحقیق تأمین‌کنندگان مطابق با نمرات کارایی به دست آمده رتبه بندی شده و سپس تأمین‌کنندگان کارآمد تعیین گردیده‌اند. نهایتاً، برای بررسی کاربرد و سودمندی روش پیشنهادی، یک مطالعه موردی انجام می‌شود که از طریق آن نتایج مهم مدیریتی استخراج شده است.

در مطالعه‌ای دیگر، حسین‌زاده و رحیمی (Hosseinzadeh and Rahimi) (۲۰۱۹) به ارزیابی کارایی و بازده به مقیاس زنجیره تأمین صنایع شیمیایی رزین با استفاده از الگوریتم کریسپ (Cross Industry Standard Process (CRISP) Algorithm) و تحلیل پوششی داده فازی پرداختند.

بر اساس مطالب ارائه شده، تمرکز هیچ یک از تحقیقات مروری بر مسئله زنجیره تأمین در صنعت مرغداری نبوده و در این حوزه مدل‌های ریاضی DEA توسعه داده نشده است. بنابراین، با جمع‌بندی مطالب دو بخش این نکته تبیین می‌شود که شکاف تحقیقات پیشین، ارزیابی زنجیره‌های تأمین محصول مرغ گوشتی بر اساس مدل‌های DEA است. نتیجتاً می‌توان بیان کرد که نوآوری و مشارکت مقاله حاضر، استفاده از متغیرهای هزینه و قیمت به عنوان ورودی-خروجی‌های ابزار ریاضی DEA جهت بررسی زنجیره‌های تأمین در صنعت مرغداری گوشتی است.

### ۳. روش‌شناسی

#### ۱.۳ مبانی نظری اندازه‌گیری کارایی

فارل در سال ۱۹۵۷ بررسی جامعی در خصوص انواع کارایی DMU و نحوه اندازه‌گیری آن به عمل آورد (فارل Farrell, ۱۹۵۷: ۲۵۳). اساساً سه نوع کارایی توسط فارل مطرح شد که به بیان هر یک پرداخته می‌شود: الف) کارایی فنی ب) کارایی تخصیصی ج) کارایی اقتصادی یا کارایی کل. کارایی فنی وظیفه میزان توانایی تبدیل ورودی‌هایی مانند نیروی انسانی، ماشین‌آلات و ... به خروجی‌ها، در مقایسه با بهترین عملکرد را به عهده دارد. ازسویی دیگر وظیفه کارایی تخصیصی این است که با استفاده از کم‌هزینه‌ترین ترکیب

ورودی‌ها بتواند بهترین ترکیب از محصول را تولید کند. به عبارت دیگر وظیفه آن این است که با توجه به قیمت‌های نسبی عوامل تولید بتواند میزان تخصیص بهینه را انجام دهد. کارایی تخصیصی به قیمت نهاده‌ها که یک عامل برونزا است بستگی دارد و با تغییر کردن قیمت‌های نسبی تغییر می‌یابد. به ترکیب کارایی فنی و تخصیصی، کارایی اقتصادی یا کارایی کل گفته می‌شود. نسبت میزان محصول به دست آمده به میزان عوامل تولیدی که برای تولید آن محصول بکار رفته است توسط کارایی اقتصادی سنجیده می‌شود. اگر سازمانی از نظر فنی و تخصیصی کارا باشد در این صورت از نظر اقتصادی نیز کارا خواهد بود. در واقع از حاصل ضرب کارایی فنی و تخصیصی، کارایی اقتصادی به دست می‌آید.

به دنبال کار تجربی فارل (Farrell) (۱۹۵۷)، چارنز و همکاران (Charnes et al) (۱۹۷۸) اولین مدل تحلیل پوششی داده یعنی CCR (Charnes, Cooper and Rhodes) را جهت اندازه‌گیری کارایی DMUs توسعه و ارائه کردند. مدل CCR به عنوان مدل پایه برای شکل‌گیری سایر الگوها در DEA مطرح است که دارای بازده ثابت به مقیاس (Constant Returns to Scale (CRS)) است. مدل‌های بازده ثابت به مقیاس زمانی مناسب هستند که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. در ارزیابی واحدها هرگاه فضا و شرایط رقابت ناقص، محدودیت‌هایی را در سرمایه‌گذاری تحمیل کند موجب عدم فعالیت واحد در مقیاس بهینه می‌گردد. بر این اساس، بنکر و همکاران (Banker et al) (۱۹۸۴) با تغییراتی در مدل پایه‌ای CCR، مدل BCC (Banker, Charnes and Cooper) را توسعه دادند. مدل BCC مدلی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده می‌باشد که به ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده متغیر نسبت به مقیاس (Variable Returns to Scale (VRS)) می‌پردازد. در آزمایشات این پژوهش، از مدل‌های CCR مضربی ورودی محور، مدل DEA شبکه‌ای و روش کارایی متقاطع استفاده شده که جزئیات آن‌ها در بخش‌های بعدی مشروح است.

### ۲.۳ مدل CCR مضربی ورودی محور

طبق مدل CCR، کارایی نسبی هر واحد تصمیم‌گیرنده برابر با نسبت مجموع موزون خروجی‌ها به مجموع موزون ورودی‌ها است. محاسبه این نسبت برای واحد

تصمیم گیرنده  $z$  ام دارای  $m$  ورودی و  $s$  خروجی است از مدل ۱ به دست می آید (چارنز و همکاران، Charnes et al. ۱۹۷۸: ۴۲۹):

$$\begin{aligned} \text{Max } Z_0 &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \\ \text{Subject to:} \\ \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} &\leq 1 ; \quad u_r, v_i \geq 0, \quad \forall r, \forall i, \quad Z_0 \text{ free} \end{aligned} \quad (1)$$

به طوری که  $x_{ij}$  میزان ورودی  $i$  ام واحد  $z$  ام ( $i = 1, \dots, m$ )،  $y_{rj}$  میزان خروجی  $r$  ام واحد  $z$  ام ( $r = 1, \dots, s$ ) و  $u_r$  وزن خروجی  $r$  ام و  $v_i$  وزن ورودی  $i$  ام است. تعداد واحدهای مورد بررسی نیز عبارتند از:  $j = 0, \dots, n$ . مدل مذکور به دلیل این که یک مدل برنامه ریزی کسری است با دو بار تغییر متغیر به یک مدل برنامه ریزی خطی تبدیل می شود. در این مدل برای افزایش کارایی، یا ورودی را ثابت فرض کرده و خروجی حداکثر می گردد و یا خروجی ثابت فرض شده و ورودی حداقل می شود. بر این اساس مدل های تحلیل پوششی داده ها ورودی محور یا خروجی محور نامیده می شوند. بنابراین یک مدل مضربی (اولیه) CCR ورودی محور به صورت مدل ۲ نوشته می شود:

$$\begin{aligned} \text{Max } Z_0 &= \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \\ \text{Subject to:} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \\ u_r, v_i &\geq 0, \quad \forall r, \forall i, \quad Z_0 \text{ free} \end{aligned} \quad (2)$$

در این پژوهش، در گام اول به دلیل رویکرد سخت گیرانه تحقیق در تعیین واحدهای کارآمد، از مدل ۲ جهت اندازه گیری کارایی واحدهای تصمیم گیرنده استفاده شده است. براساس مدل ۲، با توجه به اختیارات گسترده زنجیره های تأمین در تغییر خروجی ها، ورودی ها را ثابت فرض کرده و خروجی ها را حداکثر می کنیم.

### ۳.۳ DEA شبکه ای

تعداد زیادی از مطالعات DEA بر سیستم های تولید دو مرحله ای متمرکز بوده اند. برای بررسی کارایی ساختارها و فرایندهای دو مرحله ای، چهار مدل کلی تحلیل پوششی داده ها وجود دارد که توجه اصلی این تحقیق بر رویکرد DEA شبکه ای در مدل پیشنهادی

چن و یان (Chen and Yan) (۲۰۱۱) می‌باشد. بر اساس این مطالعه، موضوع کلیدی در ساخت مدل، چگونگی درج کالای واسطه‌ای در مدل DEA است. در مدل پیشنهادی چن و یان اگر  $j_0$ ، زنجیره تأمین تحت ارزیابی باشد، کارآیی زنجیره طبق مدل ۳ محاسبه می‌شود:

$x_{ij}$ : مقدار ورودی  $i$  ام از واحد  $j$  ام

$y_{rj}^1$ : مقدار کالای میانی  $r$  ام ورودی به  $M_1$

$y_{dj}^2$ : مقدار کالای میانی  $d$  ام ورودی به  $M_2$

$z_{aj}^1$ : مقدار خروجی مطلوب  $a$  ام تولید کننده  $M_1$

$(z_{aj}^{-1})'$ : مقدار خروجی نامطلوب  $a$  ام  $M_1$

$z_{bj}^2$ : مقدار خروجی مطلوب  $b$  ام تولید کننده  $M_2$

$(z_{bj}^{-2})'$ : مقدار خروجی نامطلوب  $b$  ام  $M_2$

$\omega_i$ : وزن داده شده به ورودی اولیه  $i$  ام

$u_r$ : وزن خروجی میانی  $r$  ام ورودی به  $M_1$

$v_d$ : وزن خروجی میانی  $d$  ام ورودی به  $M_2$

$\mu_a$ : وزن خروجی مطلوب  $a$  ام تولید کننده  $M_1$

$\mu'_a$ : وزن خروجی نامطلوب  $a$  ام تولید کننده  $M_1$

$t_b$ : وزن خروجی مطلوب  $b$  ام تولید کننده  $M_2$

$t'_b$ : وزن خروجی نامطلوب  $b$  ام تولید کننده  $M_2$

$$\max \frac{\sum_{a=1}^{\alpha} \mu_a z_{a0}^1 + \sum_{b=1}^{\beta} t_b z_{b0}^2 + \sum_{a=1}^{\alpha} \mu'_a (z_{a0}^{-1})' + \sum_{b=1}^{\beta} t'_b (z_{b0}^{-2})'}{\sum_{i=1}^m \omega_i x_{i0}}$$

Subject to:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^1 + \sum_{d=1}^e v_d y_{dj}^2}{\sum_{i=1}^m \omega_i x_{ij}} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{a=1}^{\alpha} \mu_a z_{aj}^1 + \sum_{a=1}^{\alpha} \mu'_a (z_{aj}^{-1})'}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^1} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{b=1}^{\beta} t_b z_{bj}^2 + \sum_{b=1}^{\beta} t'_b (z_{bj}^{-2})'}{\sum_{d=1}^e v_d y_{dj}^2} \leq 1$$

$$\frac{\sum_{a=1}^{\alpha} \mu_a z_{aj}^1 + \sum_{a=1}^{\alpha} \mu'_a (z_{aj}^{-1})' + \sum_{b=1}^{\beta} t_b z_{bj}^2 + \sum_{b=1}^{\beta} t'_b (z_{bj}^{-2})'}{\sum_{i=1}^m \omega_i x_{ij}} \leq 1$$

$$\omega_i, u_r, v_d, \mu_a, t_b, \mu'_a, t'_b \geq 0 \quad (3)$$

مدل فوق با تساوی  $\frac{1}{\sum_{i=1}^m \omega_i x_{i0}} = 1$  به فرم CCR مضربی ورودی محور (مطابق مدل ۴) تبدیل می گردد:

$$\begin{aligned} & \text{Max } (\sum_{a=1}^{\alpha} \mu_a z_{a0}^1 + \sum_{b=1}^{\beta} t_b z_{b0}^2 + \sum_{a=1}^{\alpha} \mu_a' (z_{a0}^{-1})' + \sum_{b=1}^{\beta} t_b' (z_{b0}^{-2})') \\ & \text{Subject to:} \\ & \sum_{i=1}^m \omega_i x_{i0} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^1 + \sum_{d=1}^e v_d y_{dj}^2 - \sum_{i=1}^m \omega_i x_{ij} \leq 0 \\ & \sum_{a=1}^{\alpha} \mu_a z_{aj}^1 + \sum_{a=1}^{\alpha} \mu_a' (z_{aj}^{-1})' - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^1 \leq 0 \\ & \sum_{b=1}^{\beta} t_b z_{bj}^2 + \sum_{b=1}^{\beta} t_b' (z_{bj}^{-2})' - \sum_{d=1}^e v_d y_{dj}^2 \leq 0 \\ & \sum_{a=1}^{\alpha} \mu_a z_{aj}^1 + \sum_{a=1}^{\alpha} \mu_a' (z_{aj}^{-1})' + \sum_{b=1}^{\beta} t_b z_{bj}^2 + \sum_{b=1}^{\beta} t_b' (z_{bj}^{-2})' - \sum_{i=1}^m \omega_i x_{ij} \leq 0 \\ & \omega_i, u_r, v_d, \mu_a, t_b, \mu_a', t_b' \geq 0 \quad (4) \end{aligned}$$

### ۴.۳ روش کارایی متقاطع (Cross-Efficiency)

در سال ۱۹۸۶، سکستون و همکاران (Sexton et al, ۱۹۸۶) در تلاش خود در تشخیص تفاوت میان واحدهای کارا، مفهوم کارایی متقاطع و ماتریس کارایی متقاطع را ارائه نمودند.  $N$  واحد تصمیم گیرنده که بر حسب  $m$  ورودی و  $s$  خروجی ارزیابی می شوند را در نظر بگیرید. فرض کنید  $x_{ij}$  و  $y_{rj}$  مقادیر ورودی و خروجی آنها برای  $i = 1, \dots, m$  و  $j = 1, \dots, n$  و  $r = 1, \dots, s$  کارایی  $N$  واحد تصمیم گیرنده با استفاده از مدل CCR به صورت مدل ۵ اندازه گیری می شود:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \theta_{kk} = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rko}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{iko}} \\ & \text{Subject to:} \\ & \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rjk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ijk}} \leq 1, j = 1, \dots, N \\ & u_{rk} \geq 0, r = 1, \dots, s \\ & v_{ik} \geq 0, i = 1, \dots, m \quad (5) \end{aligned}$$

که در آن  $u_{rk}$  و  $v_{ik}$  برای  $r = 1, \dots, s$  و  $i = 1, \dots, m$  وزن های ورودی و خروجی هستند. در واقع مدل CCR، یک مجموعه از وزن های ورودی و خروجی که برای  $DMU_k$  مطلوب ترین هستند را جستجو می کند. با استفاده از تبدیلات چارنر و کوپر، مدل ۵ می تواند به مدل خطی ۶ تبدیل شود که به صورت زیر نوشته می شود:

$$\text{Max } \theta_{kk} = \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rko}$$

Subject to:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{iko} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, N \\ u_{rk} &\geq 0, \quad r = 1, \dots, s \\ v_{ik} &\geq 0, \quad i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

مدل ۶ برای هر DMU به ترتیب حل می‌شود و در نتیجه  $N$  مجموعه از وزن‌های ورودی و خروجی برای DMU ها موجود خواهد بود و هر DMU،  $(N - 1)$  کارآیی متقاطع و یک کارآیی CCR خواهد داشت. این کارایی‌ها به عنوان ماتریس کارآیی متقاطع در جدول ۱ نشان داده شده است.

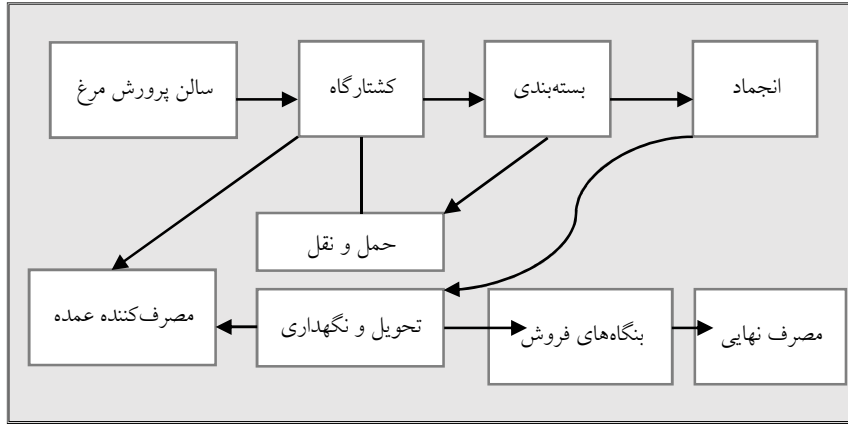
جدول ۱. ماتریس کارآیی متقاطع

منبع: سکستون و همکاران (Sexton et al) (۱۹۸۶)

کارآیی متقاطع	k	...	2	1	DMU
$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \theta_{1k}$	$\theta_{1k}$	...	$\theta_{12}$	$\theta_{11}$	1
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \theta_{nk}$	$\theta_{nk}$	...	$\theta_{n2}$	$\theta_{n1}$	n

### ۵.۳ جمع‌آوری داده‌ها

در این پژوهش جامعه در نظر گرفته شده (واحدهای تصمیم‌گیری)، کلیه زنجیره‌های تأمین فعال در صنعت مرغداری ایران می‌باشند. روش گردآوری اطلاعات در این تحقیق به صورت میدانی بوده، که در نتیجه آن مشخص شد در سال ۱۳۹۸، ۲۸ زنجیره تأمین فعال بر اساس ساختار شکل ۱ در سطح کشور وجود داشته است.



شکل ۱. ساختار زنجیره‌های تأمین فعال محصول مرغ در سطح کشور  
منبع: تحقیقات میدانی پژوهش

بر اساس شکل ۱، تبیین می‌شود که در روند تولید مرغ گوشتی تا مصرف نهایی، متغیرهای هزینه، تعداد و قیمت مرغ و همچنین میزان سود رابطه‌ی مستقیمی با یک‌دیگر داشته و بی‌واسطه بر یکدیگر اثرگذار می‌باشند. در تحقیقات میدانی نیز این نکته‌ی مهم مورد تأیید کارشناسان این حوزه برای تعیین متغیرهای DEA قرار داشت. از این رو متغیرهای انتخاب شده‌ی خبرگان و کارشناسان برای مدل‌سازی ریاضی به شرح زیر می‌باشد که داده‌های آن‌ها در جدول ۲ گردآوری شده است.

- ورودی‌ها: هزینه مواد، هزینه نیروی انسانی، هزینه تجهیزات و تأسیسات، هزینه حمل و نقل.
- خروجی‌های میانی: تعداد مرغ، قیمت هر مرغ.
- خروجی‌های نهایی: میزان سود، هزینه کشتار.



ارزیابی عملکرد زنجیره تولید با ... (علیرضا علی نژاد و علی طاهری نژاد) ۱۲۱

جدول ۲. داده‌های گردآوری شده پژوهش

منبع: تحقیقات میدانی پژوهش (تمام ارقام مربوط به سال ۱۳۹۸ می‌باشد)

ردیف	ورودی‌ها (میلیون تومان)				خروجی میانی		خروجی نهایی	
	هزینه مواد	هزینه نیروی انسانی	هزینه تأسیسات	هزینه حمل و نقل	تعداد مرغ (هزار عدد)	قیمت هر مرغ (میانگین هوار تومان)	میزان سود (میلیون تومان)	هزینه کشتار (میلیون تومان)
۱	۲۵	۱۷	۱۶	۸	۱۲	۱۴	۱۴۰	۱۲
۲	۳۲	۱۴	۱۵	۹	۱۰	۱۶	۱۲۵	۱۲
۳	۲۶	۱۶	۹	۶	۱۷	۱۶	۱۳۰	۱۱
۴	۲۵	۱۴	۱۲	۷	۹	۱۵	۱۴۵	۱۵
۵	۲۲	۲۱	۱۱	۹	۹	۱۳	۱۱۰	۱۶
۶	۳۶	۱۲	۱۵	۵	۱۱	۱۴	۱۳۵	۱۴
۷	۳۸	۱۴	۱۶	۸	۱۰	۱۶	۱۵۵	۱۷
۸	۳۳	۱۵	۱۲	۳	۸	۱۷	۱۳۰	۱۴
۹	۳۴	۱۳	۱۴	۵	۱۲	۱۴	۱۶۵	۱۵
۱۰	۲۸	۱۳	۱۰	۴	۱۰	۱۴	۱۲۰	۱۸
۱۱	۳۳	۱۳	۸	۵	۱۰	۱۵	۱۶۰	۲۰
۱۲	۳۹	۱۵	۱۰	۶	۱۱	۱۶	۱۸۵	۲۵
۱۳	۴۱	۱۸	۱۳	۴	۱۰	۱۶	۱۵۰	۱۶
۱۴	۳۵	۱۹	۱۵	۴	۹	۱۴	۱۲۰	۲۲
۱۵	۳۵	۲۱	۱۱	۹	۹	۱۳	۱۱۰	۱۶
۱۶	۴۰	۱۲	۱۵	۵	۱۱	۱۴	۱۳۵	۱۱
۱۷	۳۸	۱۴	۱۶	۷	۹	۱۵	۱۵۵	۱۷
۱۸	۳۲	۱۵	۱۲	۳	۸	۱۷	۱۳۰	۱۴
۱۹	۲۶	۱۳	۱۴	۶	۱۲	۱۴	۱۶۰	۱۵
۲۰	۲۶	۱۳	۱۰	۴	۱۰	۱۴	۱۲۵	۱۸
۲۱	۳۹	۱۶	۹	۴	۱۱	۱۳	۱۳۰	۱۱

۲۲	۳۰	۱۱	۱۲	۸	۹	۱۵	۱۴۵	۱۶
۲۳	۳۵	۱۲	۱۳	۷	۹	۱۵	۱۵۰	۱۳
۲۴	۲۷	۱۸	۱۶	۷	۱۱	۱۵	۱۵۰	۱۴
۲۵	۲۸	۱۹	۱۶	۸	۱۲	۱۴	۱۴۰	۱۲
۲۶	۳۲	۱۴	۱۵	۹	۱۰	۱۶	۱۲۵	۱۲
۲۷	۳۵	۱۱	۱۲	۸	۹	۱۲	۱۶۰	۱۵

#### ۴. نتایج محاسباتی و بحث

بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده و با پیاده‌سازی مدل ۲ تحقیق در نرم‌افزار Excel، نتایج محاسباتی DEA سنتی بدست آمد. این نتایج در جدول ۳ گردآوری شده است. نتایج حاصل از حل مدل ۲ نشان می‌دهد واحدهای ۳، ۵، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۸ و ۲۶ که ۲۵٪ از کل واحدهای مورد بررسی را تشکیل می‌دهند کارآمد هستند. در گام بعدی با استفاده از داده‌های جدول ۲، مدل ۴ تحقیق که یک مدل DEA دو مرحله‌ای می‌باشد در Excel پیاده‌سازی شد. نتایج حاصل از حل این مدل نیز در جدول ۳ آمده است که نشان می‌دهد واحدهای ۵، ۱۸، و ۲۶ که ۱۰٪ از کل واحدهای تحت بررسی را تشکیل می‌دهند کارآمد هستند. مقایسه‌ی نتایج حاصل از مدل‌های ۲ و ۴ (نمودار ۱) نشان می‌دهد که DEA دو مرحله‌ای رویکردی سختگیرانه‌تر دارد.

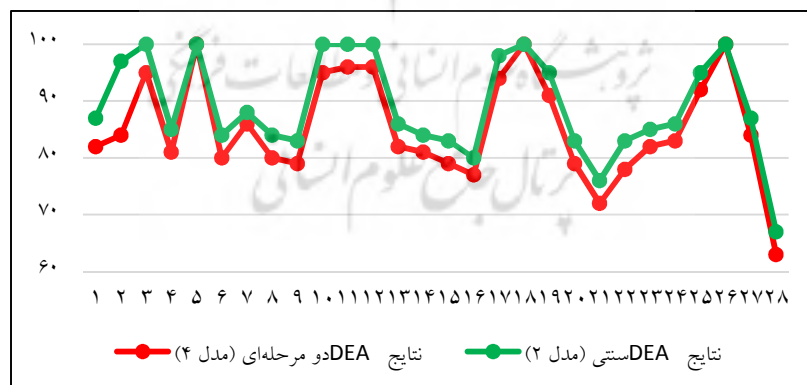
جدول ۳. نتایج محاسباتی DEA سنتی و دو مرحله‌ای

منبع: محاسبات پژوهش

واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU)	امتیاز کارایی DEA سنتی (%)	امتیاز کارایی DEA دو مرحله‌ای (%)
۱	۸۷	۸۲
۲	۹۷	۸۴
۳	۱۰۰	۹۵
۴	۸۵	۸۱
۵	۱۰۰	۱۰۰
۶	۸۴	۸۰
۷	۸۸	۸۶
۸	۸۴	۸۰

ارزیابی عملکرد زنجیره تولید با ... (علیرضا علی نژاد و علی طاهری نژاد) ۱۳۳

۹	۸۳	۷۹
۱۰	۱۰۰	۹۵
۱۱	۱۰۰	۹۶
۱۲	۱۰۰	۹۶
۱۳	۸۶	۸۲
۱۴	۸۴	۸۱
۱۵	۸۳	۷۹
۱۶	۸۰	۷۷
۱۷	۹۸	۹۴
۱۸	۱۰۰	۱۰۰
۱۹	۹۵	۹۱
۲۰	۸۳	۷۹
۲۱	۷۶	۷۲
۲۲	۸۳	۷۸
۲۳	۸۵	۸۲
۲۴	۸۶	۸۳
۲۵	۹۵	۹۲
۲۶	۱۰۰	۱۰۰
۲۷	۸۷	۸۴
۲۸	۶۷	۶۳

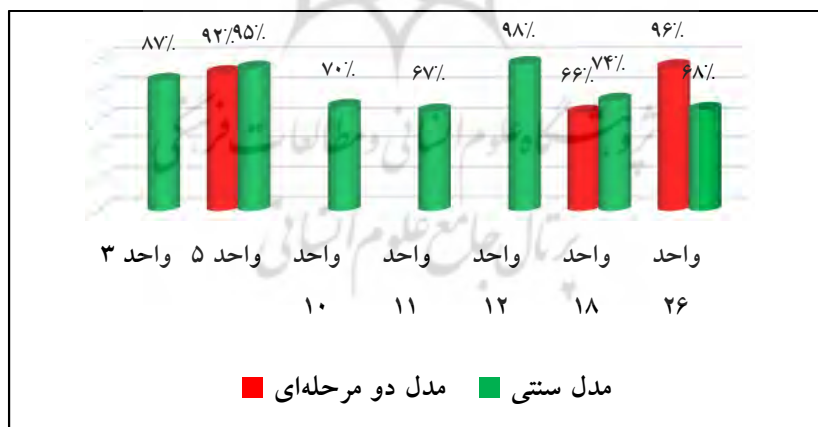


نمودار ۱. مقایسه‌ی امتیازات کارایی حاصل از حل مدل‌های DEA سستی و دو مرحله‌ای  
(منبع: محاسبات پژوهش)

همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، نمودار نتایج مدل ۴ پایین‌تر از نمودار نتایج مدل ۲ قرار دارند. این بدان معناست که واحدهای کارآمد در DEA سنتی، لزوماً در DEA دو مرحله‌ای کارآمد نیستند اما عکس این قضیه صادق است. بر اساس نتایج (جدول ۳ و نمودار ۱) ملاحظه شد که در هیچ‌کدام از مدل‌ها، یک واحد کارآمد وجود نداشته و چندین واحد کارآمد هستند. اکنون سوالی که مطرح می‌شود این است که با چه روشی می‌توان واحدهای کارآمد را رتبه‌بندی و واحد کارآمد الگو یا نهایی را تبیین کرد؟ همان‌طور که در بخش روش‌شناسی ذکر شد، برای این کار از روش کارایی متقاطع استفاده شده است. تفاوت روش کارایی متقاطع با دو روش DEA سنتی و دو مرحله‌ای در این است که این روش به رتبه‌بندی واحدهایی می‌پردازد که امتیاز کارایی آن‌ها در مدل‌های سنتی و دو مرحله‌ای برابر ۱ است. به عبارت دیگر با استفاده از روش، صرفاً واحدهای کارآمد رتبه‌بندی می‌شوند و نه تمامی واحدها.

#### ۱.۴ رتبه‌بندی واحدهای کارآ با استفاده از روش کارایی متقاطع

در این گام با پیاده‌سازی مدل ۶ تحقیق در نرم‌افزار Excel، واحدهای کارآمد حاصل از مدل‌های پیشین رتبه‌بندی شدند (نمودارهای ۲). نتایج نشان می‌دهد واحدهای ۱۲ و ۲۶ به ترتیب با ۹۸ و ۹۶ درصد، بیشترین کارایی را در مدل‌های سنتی و دو مرحله‌ای دارند.



نمودار ۲. نتایج رتبه‌بندی واحدهای کارآ در مدل‌های سنتی و دو مرحله‌ای

منبع: نتایج محاسباتی پژوهش

## ۲.۴ پیشنهادات مبتنی بر نتایج

رویکرد این پژوهش در انتخاب واحدهای کارآ رویکردی سخت گیرانه بود، زیرا خروجی این رویکرد انتخاب زنجیره تأمینی با عملکرد مطلوب و واقعی است. همانطور که در نتایج مشاهده شد، این هدف توسط مدل DEA دو مرحله‌ای محقق شد، بنابراین پیشنهادات پژوهش حاضر بر اساس نتایج این مدل می‌باشد. مطابق با نمودار ۲ با در نظر گرفتن زنجیره‌های تأمین ۲۶، ۵ و ۱۸ به عنوان زنجیره‌های تأمین الگو در صنعت مرغداری کشور، پیشنهادات کاربردی این پژوهش به مدیران اجرایی زنجیره‌های تأمین محصول مرغ در موارد ذیل مشروح است:

- پیشنهاد می‌شود مدیران اجرایی، با ارزیابی متغیرهای مورد بررسی این پژوهش (هزینه مواد، هزینه نیروی انسانی، هزینه تجهیزات و تأسیسات، هزینه حمل و نقل، تعداد و قیمت مرغ، میزان سود و هزینه کشتار) در زنجیره‌های تأمین الگو، به مقایسه‌ی ارقام متغیرها با ارقام موجود در واحدهای تحت هدایت خود بپردازند. سپس بر اساس ساختار موجود و ظرفیت‌های اجرایی، دستورالعمل‌های مورد نیاز جهت دستیابی به عملکردی مطلوب را صادر و پیاده‌سازی نمایند.
- پس از حصول امتیازات نهایی کارآیی در محاسبات پژوهش، تحقیقات میدانی در زنجیره‌های تأمین الگو صورت گرفت و مشخص شد این زنجیره‌ها دارای واحدهای تحقیق و توسعه (Research & Development) با فعالیت‌هایی مستمر می‌باشند. به مدیران سایر زنجیره‌ها نیز پیشنهاد می‌شود نقش واحدهای R&D را در عملکرد مطلوب زنجیره انکار ناپذیر دانسته و برای ایجاد یا گسترش چنین واحدهایی در ساختار مدیریتی خود کوشا باشند.
- علاوه بر مورد فوق، ویژگی مشترک دیگر در زنجیره‌های الگو، خرید بی‌واسطه نهاده‌ها و مواد اولیه از تولیدکنندگان است؛ به طوری که با حذف دلان و واسطه‌ها، هزینه‌ها و قیمت تمام شده محصول کاهش و در پی آن فروش محصول در سطح بازار افزایش یافته است. به مدیران اجرایی سایر زنجیره‌های فعال در صنعت مرغداری پیشنهاد می‌شود که با استفاده از رویکرد حذف واسطه‌ها، ثبات اقتصادی زنجیره در سطح بازار وسیع کشور را بیش از پیش محقق سازند.

- نگاه ویژه به تأمین تقاضای داخل کشور و مقابله با واردات محصول مرغ، و به دنبال آن صادرات به کشورهای دیگر خصوصاً کشورهای همسایه، باید در دستور کار مدیران در سطح تأمین کنندگان قرار گیرد. بدیهی است که این امر موجب پویایی اقتصادی صنعت مرغداری و افزایش عملکرد زنجیره‌های تأمین فعال خواهد بود.

## ۵. نتیجه‌گیری و تحقیقات آتی

مدیریت زنجیره تأمین، یکی از اجزاء استراتژی‌های رقابتی است. مدیران بسیاری از صنایع از جمله صنعت مرغداری، به ویژه مدیران تولید، سعی در مدیریت مطلوب زنجیره تأمین و ارزیابی لحظه به لحظه عملکرد آن دارند. یکی از ابزارهای مناسب و کارآمد در زمینه ارزیابی کارایی و عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری، ابزار ریاضی قدرتمند DEA می‌باشد. این تکنیک به دلیل استفاده‌های موفق از آن، ویژگی‌های کاربردی و همچنین تحقیقات و مطالعات موردی منتشر شده در چند سال اخیر، نمودار رشد صعودی داشته است. DEA سنتی به وابستگی‌ها و مقادیر میانی در سیستم‌های شبکه‌ای توجهی ندارد و معمولاً کارایی سیستم را بیش از حد واقعی آن نشان می‌دهد. از آنجا که زنجیره تأمین، شبکه‌ای از اعضاست که با هم در ارتباط هستند، لذا در این تحقیق برای محاسبه کارایی زنجیره‌های تأمین فعال در صنعت مرغداری، از روش DEA شبکه‌ای (دو مرحله‌ای) استفاده شد تا ارتباط بین زیرسیستم‌ها در محاسبه امتیازات کارایی لحاظ شود. روش‌شناسی این تحقیق مرز جدیدی را برای مطالعات و تحقیقات هر چه بیشتر در صنعت مرغداری ایران تعیین نموده است. پژوهشگران تشویق می‌شوند در تحقیقات آتی خود به موارد مطرح شده ذیل اهتمام ورزند:

- این تحقیق بر پایه محاسبات کمی انجام گرفته است. از آنجا که بسیاری از تصمیم‌گیری‌های نهایی بر اساس نظرات مدیران و کارشناسان صنعت مرغداری انجام می‌گیرد، لذا پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده ضمن در نظر گرفتن متغیرهای کیفی از تلفیق مدل کمی DEA شبکه‌ای و مدل‌های کیفی از جمله AHP (Analytic Hierarchy Process) استفاده شود.

- در تحقیقات آتی می توان اتلاف خروجی های میانی در زنجیره تأمین را که ناشی از عدم توازن بین عرضه و تقاضا در بخش های داخلی است، جستجو کرد و بحث جامعی در مورد بهره وری منبع برای زنجیره تأمین ارائه داد.
- پیشنهاد می شود از ترکیب مدل های تحلیل پوششی داده با حالت های مختلف در شرایط عدم قطعیت (فازی، نوتروسوفیک، خاکستری و ...) برای انعکاس مطلوب تر عملکرد زنجیره ها استفاده شود.
- ارزیابی عناصر دیگر زنجیره تأمین و گزینش آنها در شبکه زنجیره، از زمینه های قابل بررسی برای پژوهش های آینده است.

## پی نوشت ها

۱. سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) به انگلیسی Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) از سازمان های بین المللی است که در زمینه توسعه کشاورزی فعالیت دارد.
۲. پلت خوراکی برای طیور، دام و آبزیان است که از مکمل های ویتامینه و مواد اولیه با کیفیت و مواد دیگری مثل ریزمغذی های مخصوص طیور تولید می شود.
۳. به طور کلی، به یک جمعیت خالص از حیوانات خاص (اعم از دام و طیور) که متعلق به یک نژاد مشخص با ویژگی های ژنتیکی کاملاً مشخص بوده و همچنین قادر به تولید حیواناتی مشابه خود هستند، حیوانات لاین گفته می شود. مرغ لاین نژادی از مرغ ها است که می توان در آن ها تمام صفات مورد نیاز برای صنعت مرغداری را یافت.
۴. مرغ اجداد تخم گذار در نسل آخر مرغ هایی را تولید می کنند که محصول آنها تخم مرغ است. به این معنی که برای تخم گذاری مناسب هستند. مرغ اجداد گوشتی نیز در نسل آخر مرغ هایی را تولید می کنند که محصول گوشت آنها است. به عبارتی پرورش آنها به عنوان مرغ گوشتی سودآور است.
۵. عملکرد به انگلیسی Performance، فرآیند تبیین کیفیت اثربخشی (Effectiveness) و کارایی اقدامات گذشته است.

۶. کارایی به انگلیسی Efficiency، به معنای کمترین زمان یا انرژی مصرفی برای بیشترین کاری که انجام شده است. کارایی سازمان عبارت است از مقدار منابعی که برای تولید یک واحد محصول به مصرف رسیده است.
۷. واحد کارآمد یا کارا به انگلیسی Efficient، واحدی است که کمترین هزینه را برای بیشترین خروجی متحمل شده است.
۸. واحدهای تصمیم‌گیرنده به انگلیسی Decision Making Units (DMUs)، واحدهایی هستند که یک یا چندین ورودی را دریافت کرده و یک یا چندین خروجی را ایجاد می‌کنند.
۹. بهره‌وری یک سازمان عبارت است از حاصل ضرب شاخص کارایی در شاخص اثربخشی آن. لازم به ذکر است که منظور از اثربخشی در واقع بررسی میزان موثر بودن اقدامات انجام شده برای دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده است و مفهومی آن با مفهوم کارایی متفاوت است.

## کتابنامه

- Alinezhad, A., and Khalili, J. (2018). Performance Evaluation in Green Supply Chain Using BSC, DEA and Data Mining. *International Journal of Supply and Operations Management*, 5(2): 182-191.
- Alinezhad, A., Behrouzinezhad, A.S. (2011). Introduction to multi-criteria decision making of data envelopment analysis and their relationship. *Jahad Daneshgahi AmirKabir*, Tehran. (In Persian)
- Alinezhad, A., Zohrebandian, M., and Esfandiari N., (2011). Introduction to Performance Measurement Systems. *Qazvin Azad University Press*. (In Persian)
- Amini, A., Alinezhad, A., and Salmanian, S. (2016). Development of data envelopment analysis for the performance evaluation of green supply chain with undesirable outputs. *International journal of supply and operations management*, 3(2): 1267-1283.
- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30: 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2: 429-444.
- Chen, C., and Yan, H. (2011). Network DEA Model for Supply Chain Performance Evaluation. *European Journal of Operational Research*, 213(1): 147-155.
- Del Angizan, S., and Provokani Jashni, K. (2017). A Study of the Supply Chain of Kermanshah Province Poultry Industry. *Scientific-Extension Quarterly of Supply Chain*, 58: 29-39. (In Persian)
- Fao, (2020). Food and agriculture data. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>



- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3): 253-281.
- Farsijani, H., Arman, M.H., Hossein Beigi, A., and Jalili, A. (2011). Presentation of Data Envelopment Analysis Model with Input-Output Axis Approach. *Industrial Management Perspective*, 1: 39-56. (In Persian)
- Gilanpour, O., Kohansal, M., Perm, Z., and Ismailipour, E., (2012). Investigating the Impact of Government Interventions in the Chicken Meat Market. *Business Research Journal*, 63: 137-168. (In Persian)
- Hosseini, S.A., Kouchakzade, M.M., and Sydabadi, H.R. (2015). Determination of the share of cost-effective price per kilogram of broilers by using a multi-criteria decision analysis in Tehran province. *Journal of Animal Production*, 17(1): 51-58. (In Persian)
- Hosseini, S.M., and Sheikhi, N. (2012). Explaining the strategic role of supply chain management operations in improving company performance: Iran Food Industry Study. *Strategic Management Studies*, 10: 31-57. (In Persian)
- Hosseinzadeh, F., and Rahimi, A. (2019). Evaluation of Efficiency and Returns to Scale of Resin Chemical Industry Supply Chain using Crisp and Fuzzy Data Envelopment. *Production and Operations Management*, 10: 47-63.
- Jain, V., Tiwari, M., and Chan, F. (2004). Evaluation of the Supplier Performance using an Evolutionary Fuzzy-Based Approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15(8): 735-744.
- Jezghani, F., Moghaddasi, R., Yazdani S., and Mohammadinejad A., (2015). Spatial price transfer model of Iranian chicken meat and the most important business partner. *Journal of Agricultural Economics*, 7 (28): 99-112. (In Persian)
- Khodakarami, M., Shabani, A., Farzipoor Saen R., and Azadi, M. (2015). Developing Distinctive Two-Stage Data Envelopment Analysis Models: An Application in Evaluating Sustainability of Supply Chain Management. *Measurement*, 70: 62-74.
- Mishra. (2012). Measuring Supply Chain Efficiency: a DEA Approach. *Journal of Operations and Supply Chain Management*. 5(1): 45-68.
- Nozari, N., Ghaderzadeh, M., and Hamed Mirzaei, K. (2012). A Study of the Cost Structure of Broiler Breeding Units: A Case Study of Sanandaj and Kamyaran Countries. *Journal of Animal Science and Research*, 13: 83-98. (In Persian)
- Pishbahar, A., Assadollahpour, F., and Ferdowsi R. (2015). Investigating the Effects of Input Price Shocks on Chicken Meat Prices: Markov-Switching Nonlinear Approach. *Animal Science Research (Agricultural Science)*, 1: 79-94. (In Persian)
- Rahmani, Z., and Ghaderzadeh, H. (2013). Estimation of the cost function of poultry farms in Sanandaj. *Journal of Agricultural Economics Research*, 6(1): 67-80. (In Persian)
- Sexton, T.R., Silkman, R.H., and Hogan, A.J. (1986). Data Envelopment Analysis: Critique and Extension. *Jossey-Bass*. San Francisco. CA: 73-105.

- Seyed Hosseini, M., and Yadranji Aghdam, B. (2009). A Model Based on Knowledge Management in the Supply Chain Distribution Ring, Transportation and Logistics. *Journal of Civil Engineering, Islamic Azad University*, 2(1): 84-96. (In Persian)
- Solgi, O., GHidar-Khanjani, J., Saeidi, M., and Dehghani, E. (2019). Implementing an efficient data envelopment analysis method for assessing suppliers of complex product systems. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 12(2): 113-137.
- Tavana, M., Kaviani, MA., Di Caprio, D., and Rahpeyma, B. (2016). A two-stage data envelopment analysis model for measuring performance in three-level supply chains. *Measurement*, 78: 322-333.

