Industrial Management Studies
Vol. 21, No.70, Fall 2023; P 173-225
jims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/jims.2023.69469.2806

ATU PRESS

Performance Evaluation of Sustainable Supply Chain of Perishable Products in the Food Industry

Shahryar Marzban — Department of Management, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

Morteza Shafiee * — Department of Management, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran; Department of Management, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

Mohammad Reza Mozaffari — Department of Management, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran; Department of Mathematics, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

Abstract

There is a growing concern about the social and environmental impact of the food supply chain, and the food industry faces numerous challenges. This has created significant pressure from various stakeholders to enhance the sustainable performance of the life cycle of perishable products. In this study, we aim to assess the sustainability of the supply chain for perishable products in the food industry. After examining both external and internal factors and identifying a research gap, the structure of the present study involves a four-stage supply chain. Input and output variables were selected based on perishable products and the three dimensions of sustainability. To achieve this goal, we conducted field and library studies to identify and extract relevant input, output, and intermediary indicators for evaluating the relative efficiency of supply chains in various sectors. Subsequently, we examined the supply chain's efficiency and ranked the efficient units. Given the primary focus on perishable materials, our study involved 18 dairy and meat factories in Fars province as the statistical population. We utilized WinQSB software to analyze network downtime and to model and solve the data. The results highlight that the most significant challenges faced by the companies are in the supply sector. Based on these findings, we provide recommendations for companies to enhance their performance.

* Corresponding Author: ma.shafiee277@gmail.com

How to Cite: Marzban, Sh., Shafiee, M., Mozaffari, M. (2023). Performance Evaluation of Sustainable Supply Chain of Perishable Products in the Food Industry, *Industrial Management Studies, 21(70)*, 173-225.

Original Research
Accepted: 05/08/2023
Received: 17/08/2022
eISSN: 2476-602X
ISSN: 2251/8029

Introduction

In the food industry, there are numerous inventory systems that deal with perishable items, which have a limited shelf life. These perishable items encompass a wide range of products, including food, fruits, and medicine. Given the extensive use of these products, it is crucial to model perishable products within a supply chain context. Furthermore, reviewing the contracts and regulations among the supply chain members is of great importance for decision-making in interactive conditions. This study aims to determine the most effective ordering policies at different levels of the perishable food supply chain. The goal is to maximize the overall profit of the chain while minimizing social and environmental negative impacts. Our supply chain consists of four levels, including suppliers, manufacturers, distributors, and retailers. We have thoroughly investigated the dimensions of sustainable development, ultimately leading to an assessment of the overall performance of the chain. The primary research question we seek to answer is: 'How does the performance of the perishable product supply chain align with a sustainable development approach?

Methodology

In this section, we employed the network data overlay analysis model to assess the performance of the research supply chain and determine the efficiency of the research units, with a particular focus on perishable products. Conventional Data Envelopment Analysis (DEA) models typically overlook the steps and internal processes within Decision-Making Units (DMUs). These conventional DEA models treat each company as a DMU and limit their calculations to initial inputs and final outputs. Given that DEA has been increasingly used in recent years for buyer-seller relationships, production-distribution processes, and performance evaluations in supply chains, and recognizing that a supply chain is a unique decision-making unit with not only input and output indicators but also intermediary indicators that flow from one stage to the next, traditional data envelopment analysis models may fall short in accurately and comprehensively evaluating supply chain performance due to the network or multi-stage nature of the supply chain. Hence, this study adopts the NDEA model with a fresh approach, calculating efficiency based on sustainability indicators related to perishable products in 18 manufacturing supply chains of dairy, meat, and protein products. Conducting an in-depth study to identify the significant parameters in the research field is a prerequisite for any applied research. To this end, we conducted extensive field and library research to investigate variables and indicators across various supply chain activities. This allowed us to identify and extract meaningful input, output, and intermediate indicators for evaluating supply chain performance in the supplier's sector. After reviewing existing literature, we

identified 51 specific indicators that play a crucial role in the research.

Results

According to research findings, it is shown that the average efficiency of the supply chain for the production and distribution of perishable products in the financial year studied by the research was 0.9634% in the suppliers' sector. This average was 0.9899 in the producers' sector, 0.9903 in the distributors' sector, and 0.9707 in the retailers' sector. Therefore, the average efficiency indicates that the most significant inefficiency problems of the studied companies are related to the supplier sector. Furthermore, the overall average efficiency is 0.9950. According to the results obtained from the Anderson-Piterson Method for Employer Units Ranking, DMU3's Supply Chain demonstrates strong efficiency, and the supply chains of DMU7, DMU2, and DMU4 followed in the subsequent rankings. All supply chains were rated based on efficiency.

Conclusion

Among the supply chains of the 18 companies studied in the research that deal with perishable products, the supplier process exhibits lower efficiency scores compared to the production, distribution, and sales processes. Consequently, it is recommended that inefficient companies at each stage take action to identify the factors causing inefficiency in the production, distribution, and sale processes of perishable products. This can be achieved by modeling the performance of efficient companies, with the goal of improving the efficiency at each stage and overall efficiency. Based on the model and research results, the following topics are suggested for future research: Given that most of the inefficiency is associated with the first stage of the model, it is advisable to pay greater attention to the supply of raw materials and transportation, or to select different input indicators. The supply of raw materials for factories emerged as one of the major challenges in this research, highlighting the inefficiency at the first stage. It is recommended that separate modeling be conducted to address the supply of raw materials in the food industry. The highest inefficiency in the fourth stage of the model is attributed to the limited consideration of the social dimension in sustainable development. For future research, it is suggested to focus more on social dimension indicators, such as satisfaction, motivation, empowerment, respect, mutual trust, social commitment, and the creation of suitable working conditions, as well as workers' health and safety. Regarding the inefficiency in the second stage (manufacturers), future research could explore strategies to enhance the freshness of raw materials and the shelf life of perishable products. For the inefficiency in the third stage (distributors), future research should concentrate on modeling and designing innovative distribution systems and routing for

perishable products.

Keywords: Sustainable Supply Chain, Sustainable Supply Chain Performance Evaluation, Perishable Products, Food Industry.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۵/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۱۴

ISSN: 2251/8029

eISSN: 2476-602X

مطالعات مدیریت صنعتی

سال بیست و یکم، شماره ۷۰، پاییز ۱۴۰۲، ص ۱۷۳ تا ۲۲۵

jims.atu.ac.ir

DOI: 10.22054/jims.2023.69469.2806

ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین پایدار محصولات فاسدشدنی در صنایع غذایی

شهریار مرزبان دانشجوی دکتری گروه مدیریت، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

مرتضی شفیعی * دانشیار گروه مدیریت، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

محمدرضا مظفری استادگروه مدیریت، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

چکیده

رشد نگرانی‌های اجتماعی و زیست‌محیطی درباره تأثیرات زنجیره تأمین مواد غذایی و چالش‌های زیادی در صنعت مواد غذایی وجود دارد، منجر به فشار زیادی از انواع ذینفعان به‌منظور بهبود عملکرد پایداری چرخه عمر محصولات فاسدشدنی شده است. در این پژوهش به دنبال ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین پایدار محصولات فاسدشدنی در صنایع غذایی هستیم. ساختار زنجیره تأمین پژوهش حاضر، پس از بررسی پیشینه های خارجی و داخلی و پیدا کردن شکاف مطالعاتی، از یک زنجیره تأمین چهار مرحله‌ای تشکیل‌شده که متغیرهای ورودی و خروجی آن بر اساس محصولات فاسدشدنی و ابعاد سه‌گانه پایداری انتخاب شدند. به همین منظور در راستای شناخت و استخراج شاخص‌های مؤثر ورودی و خروجی و واسطه‌ای به‌منظور محاسبه ارزیابی کارایی نسبی زنجیره تأمین در بخش‌های مختلف، مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای گسترده‌ای بر روی متغیرها و شاخص‌های موجود درزمینه فعالیت‌های مختلف زنجیره تأمین صورت گرفت. درنهایت بعد از انتخاب شاخص‌ها به بررسی میزان کارایی زنجیره تأمین ارائه‌شده و رتبه‌بندی واحدهای کارا پرداختیم. به‌علت ماهیت اصلی پژوهش مواد فاسدشدنی، جامعه آماری پژوهش شامل ۱۸ کارخانه لبنیاتی و گوشتی از استان فارس در ایران موردمطالعه قرار گرفت. جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای و به‌منظور مدل‌سازی و حل آن از نرم‌افزار WinQsb استفاده شده است. پس از حل مدل تحلیل پوششی

* نویسنده مسئول: shafiee277@gmail.com

داده‌های شبکه‌ای موردنظر پژوهش از تکنیک اندرسون- پیترسون نیز در قالب مدل شبکه‌ای پژوهش استفاده شد و روی واحدهای کارایی که رتبه‌شان یک بود، اعمال شد تا بهترین زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی مشخص شود و دیگر زنجیره‌های تأمین نیز از این واحد الگو بگیرند. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از این است که بیشترین مشکلات ناکارایی شرکت‌های موردمطالعه مربوط به بخش تأمین‌کنندگان می‌باشد، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده پیشنهادهایی در جهت کارایی شرکت‌ها ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: زنجیره تأمین پایدار، ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین پایدار، محصولات فاسدشدنی، صنایع غذایی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

الگوهای مصرف و تولید فعلی تهدیدی برای محیط‌زیستمحیط‌زیست و امنیت غذایی نسل‌های آینده است؛ بنابراین، با بروز مشکلات بیشتر زیست‌محیطی و آگاهی بیشتر جامعه، زمان تصمیم‌گیری در مورد سیستم غذایی اهمیت زیادی پیدا کرده است (Rohmer et al, 2019). همچنین تشدید صحنه رقابت جهانی در محیطی که به‌صورتبه‌صورت دائم در حال تغییر است، ضرورت واکنش‌های مناسب سازمان‌ها را دو چندان کرده و بر انعطاف‌پذیریانعطاف‌پذیر آن‌ها با محیط نامطمئن خارجی پای می‌فشارد. دراین‌بین زنجیره تأمین مواد غذایی یکی از پیچیده‌ترین و بزرگ‌ترین بخش‌های صنعت جهان بوده و تضمین ایمنی و کیفیت مواد غذایی، همیشه در اولویت بوده است (Michael Bourlakis et al, 2014).

پایداری نقش کلیدی در مدیریت کسب‌وکارکسب‌وکار موفق و مسئول دارد. زمانی که تلاش می‌کنیم تا عملکرد پایداری کسب‌وکارکسب‌وکار را بهبود دهیم، سه چالش عمده پیش رو داریم. در ابتدا، ارزیابی پایداری نیازمند در نظر گرفتن نه‌تنها عوامل اقتصادی بلکه تأثیرات اجتماعی و زیست‌محیطی نیز می‌باشد. سپس نیاز به پیدا کردن شاخص‌های پایداری مناسب و جمع‌آوری اطلاعات لازم به‌منظور ارزیابی عملکرد پایداری هستیم. درنهایتدرنهایت پایداری باید در چارچوب کل سیستم بررسی شود یعنی باید تمام فعالیت‌های زنجیره‌ی تأمین را در برگیرد (Zhang et al, 2014).

باوجود تلاش‌های ارزشمند برای ساخت و ارزیابی پایداری در بخش مواد غذایی و کشاورزی برای مدیریت آسان و صحیح، هیچ معیار بین‌المللی پذیرفته‌شده‌ای بدون ابهام تعریف نمی‌کند که تولید مواد غذایی شامل چه چیزهایی می‌شود. همچنین هیچ تعریف پذیرفته‌شده‌ای از حداقل احتیاجاتی که یک شرکت را به‌عنوانبه‌عنوان پایدار واجد شرایط می‌کند، وجود ندارد (fao, 2012). مدیریت زنجیره تأمین پایدار در سال‌های گذشته توجه زیادی را از سوی محققان و متخصصان دریافت کرده است. این‌یک روش برای بهبود هم‌زمان عملکرد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است؛ بنابراین ارزیابی مدیریت زنجیره

تأمین پایدار یک وظیفه مهم برای هر نوع سازمان است (khodakarami et al, 2015). پایداری زنجیره تأمین، در طول ۳۰ سال گذشته به یکی از پویاترین و پر جنب و جوش‌ترین زمینه‌های مدیریت تصمیم‌گیری تبدیل‌شده است. با بررسی منظم ۱۹۸ پژوهش که بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۸ منتشرشده، نتایج کاملاً روشن است که کل جنبه‌های پایدار در زنجیره تأمین همچنان به‌صورت کامل موردتوجه قرار نگرفته است (Martins, M.V. Pato, 2019).

رشـد نگرانی‌های اجتماعی و زیست‌محیطی درباره تأثیرات زنجیره تأمین مواد غذایی بر محیط‌زیستمحیط‌زیست طبیعی منجر بـه فشار فزاینده‌ای از انواع ذینفعان به‌منظور بهبود عملکرد پایداری چرخه عمر محصول از «مزرعه تا مردم»شده است. صنعت مواد غذایی ازجمله اولین‌هایی بوده که به جنبه‌های پایداری، شامل آلودگی، استانداردهای کاری، اخلاق در روابط تأمین‌کننده‌ها و مسائل ضایعات توجه کرده‌اند (Yakovleva et al, 2011). بااین‌حال چالش‌های زیادی در این حوزه و در این صنعت باقیمانده است، چالش‌هایی همچون توجه بسیار کم به بعد اجتماعی در ابعاد پایداری که منجر به آسیب‌های اجتماعی جبران‌ناپذیری می‌شود و چالش‌هایی همچون خطرات زیست‌محیطی که همواره جز بحث‌های روز دنیا است (Rohmer et al, 2019). ازلحاظ جنبه اقتصادی، هزینه‌ها همچنان عامل کلیدی در فرآیند تصمیم‌گیری هستند، زیرا حاشیه سود برای محصولات غذایی اغلب کم است، رقابت بالا است و قیمت مواد غذایی به‌طورکلیبه‌طور یک موضوع کلیدی در جامعه امروز است؛ بنابراین لازم است با توجه به هزینه‌ها، مواد غذایی و زیست‌محیطی باهم به‌منظور تصمیم‌گیری‌های پایدار در مورد طراحی پایدار سیستم غذایی اقدام شود (Rohmer et al, 2019).

در صنایع مواد غذایی، سیستم‌های موجودی زیادی یافت می‌شود که اقلامی با عمرمحدود و یا به‌اصطلاح فاسدشدنی دارند. اقلام فاسدشدنی شامل طیف وسیعی از محصولات ازجمله مواد غذایی، میوه، خون، گل، دارو و لباس هستند. به دلیل کاربرد بالای محصولات فاسدشدنی توجه به مدل‌سازی آن‌ها در قالب یک زنجیره تأمین اهمیت زیادی دارد. از طرف دیگر، بررسی قراردادها و قوانین بین اعضای یک زنجیره تأمین جهت

تصمیم‌گیری افراد در شرایط تعاملی نیز، مهم می‌باشد.

در این پژوهش به دنبال ارزیابی عملکرد سطوح مختلف زنجیره تأمین پایدار کالاهای فاسدشدنی خواهیم بود، به‌گونه‌ایبه‌گونه‌ای که سود کلی زنجیره حداکثر، آسیب‌های اجتماعی و زیست‌محیطی حداقل گردد. زنجیره تأمین مدنظر ما شامل یک زنجیره تأمین چهار سطحی تأمین‌کنندگانتأمین‌کنندگان، تولیدکنندگانتولیدکنندگان، توزیع‌کنندگانتوزیع‌کنندگان و خرده‌فروش‌هاخرده‌فروش‌ها می‌باشد؛ که در کل زنجیره ابعاد توسعه پایدار به‌صورتبه‌صورت کامل بررسی‌شده و درنهایتدرنهایت عملکرد کلی زنجیره به دست می‌آید. مسائله اصلی که در این پژوهش به دنبال پاسخ برای آن‌ها هستیم، به شرح زیر می‌باشد:

ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی با رویکرد توسعه پایدار چگونه انجام می‌شود؟

۲- پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، مقالات و پژوهش‌های مرتبط با زنجیره تأمین و پایداری در زمینه محصولات فاسدشدنی توجه بیشتری را در جامعه علمی به دست آورده است که نشان‌دهنده روند جدید در زمینه مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت زیست‌محیطی، طراحی و برنامه‌ریزی است. مقالات مرتبط را به‌صورت کلی در ادامه موردبررسی قرار می‌دهیم.

کسلی و همکاران، (۲۰۲۳)، در مقاله‌ای با عنوان *بهینه‌سازی لجستیک مواد غذایی از طریق رفع مشکل ضایعات، مسیریابی و نیروی کار*، این مطالعه به مشکل مسیریابی موجودی تک دوره‌ای، تحت نگرانی‌های زیست‌محیطی و پایداری اجتماعی در سیستم‌های لجستیک غذایی روزانه می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که هم‌زمان با رعایت محدودیت‌های نیروی کار، جمع‌آوری/دفع زباله و عدم قطعیت تقاضا، خروجی‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی بهبودیافته برای شرکت‌های لجستیک مواد غذایی فراهم می‌شود (Koseli et al, 2023).

نصیری و همکاران، (۲۰۲۳)، در مقاله‌ای با عنوان *یک مدل بهینه‌سازی سبز مسیریابی*

مکان-موجودی با در نظرگرفتن خطرات اختلال زنجیره تأمین، هدف این مطالعه طراحی شبکه‌های زنجیره تأمین با در نظر گرفتن تصمیمات استراتژیک و عملیاتی، افزایش کارایی شبکه و کاهش هزینه‌ها می‌باشد. در این مقاله، بعد اجتماعی پایداری برای ساختار شبکه زنجیره تأمین پیشنهادی در نظر گرفته نشده است. پیشنهادشده در تحقیقات آتی، یک تابع هدف اجتماعی به مدل پیشنهادی اضافه شود و یک رویکرد راه‌حل چندهدفه مؤثر برای حل مدل دوهدفه توسعه یابد (Nasiri et al, 2023).

هاشمی‌امیری و همکاران، (۲۰۲۳)، در مقاله‌ای با عنوان *انتخاب تأمین‌کننده یکپارچه، زمان‌بندی و مشکل مسیریابی برای زنجیره تأمین محصول فاسدشدنی: یک رویکرد توزیع قوی*، در این مطالعه، یک مدل بهینه‌سازی دو هدفه برای یک شبکه زنجیره تأمین مواد غذایی فاسدشدنی سه‌لایه با چندین محصول برای فرمول‌بندی یک انتخاب تأمین‌کننده، برنامه‌ریزی تولید و مشکل مسیریابی خودرو پیشنهاد شده است. مدل پیشنهادی به‌عنوان یک برنامه خطی عدد صحیح مختلط فرمول‌بندی، سپس رویکرد برنامه‌ریزی هدف وزنی برای پرداختن به چندهدفه بودن مدل بهینه‌سازی پیشنهادی اتخاذ شده است (Hashemi amiri et al, 2023).

بابایی و سرهان، (۲۰۲۲)، در مقاله‌ای با عنوان *طراحی یکپارچه زنجیره تأمین پایدار و شبکه حمل‌ونقل با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم دوسطحی فازی برای محصولات فاسدشدنی*، این مطالعه یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری دوسطحی فازی را برای بهینه‌سازی زنجیره تأمین چند محصولی چند سطحی پایدار و شبکه حمل‌ونقل هم‌وجهی برای توزیع محصولات فاسدشدنی معرفی می‌کند. تحویل به‌موقع به‌عنوان عامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد مدل به دلیل فسادپذیری محصولات در نظر گرفته می‌شود (Babaee & serhan, 2022).

فروزش و همکاران، (۲۰۲۲)، در مقاله‌ای با عنوان *طراحی شبکه زنجیره تأمین انعطاف‌پذیر سبز برای محصولات فاسدشدنی*، هدف این مطالعه به حداقل رساندن اثرات اختلال با ارائه استراتژی‌های جدید، مانند منابع متعدد، تأمین‌کنندگان مالی، همکاری افقی، ریسک مسیر و شعاع پوشش، در طراحی یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط چند هدفه برای چند محصول است. نتایج کارایی روش پیشنهادی را در یافتن راه‌حل‌های

بهینه نشان می‌دهد. پیشنهاد می‌شود در تحقیق‌های آتی به محدودیت‌های ظرفیت عرضه تسهیلات، تقاضای مشتری، هزینه حمل‌ونقل به‌طور مستقیم توجه شود (Foroozesh et al, 2022).

تقی خواه و همکاران، (۲۰۲۱)، در مقاله‌ای با عنوان *مدل‌سازی یکپارچه از زنجیره‌های تأمین مواد غذایی گسترده: یک رویکرد سیستمی*، بررسی کردند که تولید و مصرف شدید مواد غذایی فعلی یکی از منابع اصلی آلودگی محیط‌زیست است و به انتشار گازهای گلخانه‌ای انسانی کمک می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که می‌تواند کشاورزان را به گسترش کشاورزی ارگانیک ترغیب کرد. نتایج بیشتر نشان می‌دهد که عدم مشارکت مصرف‌کنندگان در مسیر از کشاورزی سنتی به سمت کشاورزی پایدار می‌تواند منجر به طولانی و زمان‌بر شدن مسیر شود (Taghikhah et al, 2021).

پاکیاروتی و تورنجیانی، (۲۰۲۱)، در مقاله‌ای با عنوان *تدارکات زنجیره تأمین مواد غذایی کوتاه*، بررسی کردند که پایداری زنجیره‌های غذایی موضوعی است که مصرف‌کنندگان، سیاست‌گذاران، محققان، تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان مواد غذایی به‌طور فزاینده‌ای به آن علاقه‌مند هستند. این علاقه همچنین با توسعه قابل‌توجه ابتکارات زنجیره تأمین مواد غذایی کوتاه به‌عنوان جایگزینی برای زنجیره‌های غذایی جهانی تأیید می‌شود (Paciarotti & Torregiani, 2021).

صالحی امیری و همکاران، (۲۰۲۰)، در پژوهشی با عنوان *تعیین سطح فروش مطلوب کالاهای فاسدشدنی در یک شبکه زنجیره تأمین دو پله‌ای*، بررسی کردند که در زنجیره‌های تأمین امروز، تعیین فروش برای یک محصول در یک دوره زمانی خاص و برای یک مشتری خاص بسیار موردتوجه قرارگرفته است. اهمیت این کارایی در هنگام برخورد با محصولات فاسدشدنی مانند مواد غذایی افزایش می‌یابد. این محصولات نه‌تنها مشتریان مختلفی دارند، بلکه باید قبل از نابودی نیز مورداستفاده قرار گیرند. هدف اصلی تحقیق یعنی به حداکثر رساندن میزان سود حاصل از فروش کالاهای فاسدشدنی در دوره‌های مختلف محقق شده است. پیشنهاد می‌شود برای مطالعه موردی از صنایع لبنی استفاده شود. علاوه بر این، برای گسترش مدل ریاضی، سایر شیوه‌های زندگی واقعی مانند مشکل مسیریابی وسیله نقلیه و

محدودیت‌های کمبود را می‌توان به مسئله اضافه کرد (Salehi Amiri et al, 2020).

کریشنان و همکاران، (۲۰۲۰)، در مقاله‌ای با عنوان *طراحی مجدد زنجیره تأمین مواد غذایی برای پایداری محیط‌زیست (تجزیه‌وتحلیل استفاده و بازیابی منابع)*. بررسی کردند که ضایعات غذایی بزرگ‌ترین چالش در امنیت غذایی جهانی است، تقریباً ۲۰-۳۰٪ پسماند مواد غذایی در مرحله پس از برداشت زنجیره تأمین مواد غذایی در کشورهای درحال‌توسعهدرحال‌توسعه است. نتایج تحقیق نشان داد که با ایجاد پایداری بیشتر زنجیره تأمین مواد غذایی با اطمینان از کاهش ضایعات، می‌توان تقاضای فزاینده غذا را برطرف کرد. همچنین با آشکار کردن ناکارآمدی‌های عملیاتی و منابع در زنجیره تأمین مواد غذایی، فرصت‌های بهبود بهره‌وری عملیاتی و بازیابی منابع برای پایداری محیط را می‌توان به روش مشابه شناسایی کرد (Krishnan et al, 2020).

روهمر و همکاران (۲۰۱۹)، در پژوهش خود با عنوان طراحی زنجیره تأمین پایدار در سیستم غذایی با در نظر گرفتن ملاحظات غذایی: یک تحلیل چند هدفه، یافته‌های این تحقیق چندمنظوره است که اهمیت تصمیمات مصرف و تولید در محیط یکپارچه و جهانی را برجسته می‌کند. علاوه بر این، انتخاب شاخص پایداری، با توجه به ماهیت متضاد جنبه‌های مختلف پایداری، نقش مهمی ایفا می‌کند (Rohmer et al, 2019).

مارتینس و پاتو، (۲۰۱۹)، در مقاله‌ای با عنوان *پایداری زنجیره تأمین: بررسی ادبیات، در این تحقیق بررسی و مفاهیم مدیریت زنجیره تأمین*، دیدگاه‌های پایداری و ویژگی‌های بررسی ادبیات متدولوژیکی موردبررسی قرارگرفته تا از بررسی منظم ۱۹۸ پژوهش که بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۸ منتشرشده است. یافته‌های این تحقیق، چشم‌انداز سه‌گانه‌ای را در زمینه پایداری به وجود می‌آورند، جنبه‌های اجتماعی همچنان در مقایسه با جنبه محیطی کم است. مطالعه ثانویه این پژوهش ارائه یک بررسی جامع انتقادی از وضعیت فعلی تحقیق درزمینه پایداری زنجیره تأمین است (Martins & Pato, 2019).

زولی و همکاران، (۲۰۱۹)، در مقاله‌ای با عنوان *هماهنگی برنامه‌ریزی تولید و مسائل مربوط به مسیریابی برای محصولات غذایی فاسدشدنی*، این مقاله به بررسی بهینه‌سازی

یکپارچه مسائل مربوط به برنامه‌ریزی تولید برای محصولات غذایی فاسدشدنی می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که تنظیم سفارش تولید و مسیر خودرو به‌طور هم‌زمان می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی سبب بهبود کیفیت محصولات غذایی فاسدشدنی و سطح خدمات مشتری شود. الگوریتم ترکیبی پیشنهادشده می‌تواند راه‌حل‌های پایدار بهینه را در یک دوره زمانی محدود برای اندازه‌های مختلف به دست آورد (Xueli et al, 2019).

یاوری و گرایلی، (۲۰۱۹)، در مقاله‌ای با عنوان *روش اکتشافی برای مدل بهینه‌سازی پایدار برای طراحی شبکهٔ زنجیره تأمین سبز محصولات فاسدشدنی*، در تحقیق حاضر یک طراحی سبز زنجیره تأمین بسته سبز برای محصولات فاسد تحت شرایط نامطلوب موردبررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که مدل قوی در مقایسه با مدل قطعی دارای کیفیت بالایی است و به نظر بسیار قابل‌اعتماد است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که تأثیرات طول عمر محصولات و عدم اطمینان در هزینه‌های زیست‌محیطی و اهداف آلودگی محیط‌زیست متفاوت است (Yavari & Geraeli, 2019).

ساوردا و همکاران، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *زنجیره تأمین انرژی پایدار و تجدید پذیر: یک نظریه پویایی سیستم*، پژوهشگران انرژی‌های تجدید پذیر و مدیریت زنجیره تأمین پایدار در دهه گذشته موردبررسی گسترده قرار دادند. نتایج نشان داد که شبیه‌سازی‌ها می‌توانند در ارزیابی گزینه‌های مختلف در مورد پتانسیل رشد صنعت در شرایط محیطی، اقتصادی و اجتماعی و نیز امکان معرفی منابع جدید سوخت‌های زیستی دوم و سوم کمک کنند (Saavedra et al, 2018).

جادهاو و همکاران، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *نقش جهت‌گیری زنجیره تأمین*[1] *در دستیابی به زنجیره تأمین پایدار*، در این مقاله بیان شد که جهت‌گیری زنجیره تأمین بالقوه است و این به عملکرد پایدار زنجیره تأمین کمک کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که ساختارهای مختلف جهت‌گیری زنجیره تأمین دارای رویکردهای اثر متفاوتی در ارتباط با عملکرد پایدار زنجیره تأمین هستند (Jadhav et al, 2018).

داس، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *یکپارچه‌سازی سیستم‌های ناب در طراحی یک*

1. Supply Chain Orientation

مدل زنجیره تأمین پایدار، بررسی کرد که سیستم‌های مبتنی بر ناب شامل چندین شیوه و ابزار است که می‌توانند سازمان را به لحاظ اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی پایدار تربیت کنند. این تحقیق مدیران زنجیره تأمین را در انتخاب شیوه‌های سبز علاوه بر تکنولوژی خوشه‌ای بر اساس موقعیت‌های منحصربه‌فرد کسب‌وکارکسب‌وکار خویش برای دستیابی به اهداف سه‌گانه پایدار، تسهیل می‌کند (Das, 2018).

مانی و گانسکران، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *چهار نیرو از پذیرش پایداری اجتماعی زنجیره تأمین در اقتصادهای نوظهور*، بررسی کردند که علیرغم آگاهی ذینفعان در مورد مسائل و مزایای مربوط به پایداری اجتماعی، همچنان توجه به بعد اجتماعی در زنجیره تأمین پایدار کم است. نتایج با مدل فرضیه سازگار است و تمام عوامل تأثیرگذار و پیوندهای مثبت با مزایای شرکت‌ها را نشان می‌دهند. این تحقیق نیروهای مختلفی را در پذیرش پایداری اجتماعی و نتایج آن مشخص کرده است (Mani & Gunasekaran, 2018).

مورس و همکاران، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *پایداری و نوآوری در زنجیره تأمین سبز پلاستیک برزیل*، بررسی کردند که تغییرات اقلیمی تقاضا برای تلاش‌های بهتر برای حفاظت از محیط‌زیست، انگیزه‌ی سازمان‌ها را برای استفاده‌ی بیشتر از توسعه فن‌آوری‌های پایدار، تشدید کرده است. نتایج نشان می‌دهد که همکاری بین سازمان مرکزی و عوامل دیگر زنجیره تأمین برای توسعه محصول مهم و ضروری است (Mores et al, 2018).

گومز لوسیانو و همکاران، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *مدیریت زنجیره تأمین پایدار: مشارکت در بازار کالا*، بررسی کردند که نگرانی‌های عوامل توسعه پایدار در زنجیره تأمین مواد غذایی در حال افزایش است. این مقاله برای پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار گلوکال[1] (ترکیب زنجیره تأمین محلی و جهانی[2]) در کشورهای درحال‌توسعهدرحال‌توسعه استدلال می‌کند. برای رسیدگی به این شکاف، این مقاله زنجیره تأمین مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد و عملکرد آن با توجه به شاخص‌های پایدار با در نظر گرفتن اهمیت برای کشورهای درحال‌توسعهدرحال‌توسعه که مدل گلوکال را پیشنهاد می‌کنند، مشخص می‌شود (Gómez-

---

۱. Glocal: ترکیب زنجیره تأمین محلی و جهانی

2. GSSC

Luciano et al, 2018).

راج و همکاران، (۲۰۱۸/*استفاده*)، در مقاله‌ای با عنوان *طراحی قراردادهای عرضه برای زنجیره تأمین پایدار با از نظریه‌ی بازی*، در این مقاله، مسائل مربوط به هماهنگی زنجیره تأمین پایدار بررسی می‌شود که به دلیل توجه هم‌زمان به طرح‌های زیست‌محیطی و مسئولیت اجتماعی یکپارچه[1] در زنجیره تأمین به وجود می‌آیند. نتایج نشان می‌دهد که خط‌مشی دو طرفه کاملاً زنجیره تأمین را هماهنگ می‌کند و مکانیزم‌های هماهنگ‌سازی کانال بین عرضه‌کننده و خریدار موجب بهبود سبز شدن و سطح مسئولیت اجتماعی یکپارچه می‌شود (Raj et al, 2018).

سیدهارتا و همکاران، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *چارچوب انتخاب فرآیندهای زنجیره تأمین و صنایع با استفاده از رویکرد متحد*، این مطالعه به معرفی فرآیند مدیریت زنجیره تأمین پایدار و شناسایی ۱۷ فرآیند زنجیره تأمین پایدار[2] از بررسی ادبیات می‌پردازد. یافته‌های این تحقیق، یک رویکرد برای افزایش پایداری زنجیره تأمین را ارائه می‌دهد که می‌تواند در سراسر صنایع از طریق دیدگاه فرآیند زنجیره تأمین در اقتصادهای در حال ظهور مانند هند گسترش یابد (Sidhartha et al, 2018).

روی و همکاران، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *چشم‌انداز موضوعی ادبیات در مدیریت زنجیره تأمین پایدار (بررسی عوامل اصلی در توسعه* مدیریت زنجیره تأمین پایدار)، هدف این مقاله، بررسی گسترده و کامل ادبیات در مورد مدیریت زنجیره تأمین پایدار، باهدف خاص اکتشاف موضوعی از ادبیات به‌منظور بیان جنبه‌های اصلی توسعه مدیریت زنجیره تأمین پایدار است. نتایج بررسی ادبیات، ارائه مفروضات برای انتقال از زنجیره تأمین سنتی به زنجیره تأمین پایدار است. با استفاده از این بررسی جامع، چشم‌انداز موضوعی برای ادبیات مدیریت زنجیره تأمین پایدار با تمرکز بر نقاط اصلی توسعه مدیریت زنجیره تأمین پایدار پیشنهادشده است (Roy et al, 2018).

جیانگ و تاپان، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *مدیریت زنجیره تأمین پایدار قهوه:*

1. CSR: Corporate Social Responsibility
2. SSCP: Sustainable Supply Chain Process

مطالعه موردی شهری در ویتنام، این مقاله باهدف تجزیه‌وتحلیل و بحث در مورد تحول در ارتباط با زنجیره تأمین پایدار قهوه و مدیریت آن در ویتنام است. تجزیه‌وتحلیل پژوهش تأیید می‌کند که اگرچه بهره‌وری بالا است و کشاورزان تجربه مثبتی در این بخش‌دارند، همچنان مسائل مربوط به پایداری در حال ظهور هستند (Giang & Tapan, 2018).

باستس و لیانج، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *مدیریت کیفیت پایدار زنجیره تأمین: بررسی سیستماتیک*، حفظ سطح سودآوری در حین انجام کسب‌وکار از طریق فعالیت‌های محیطی و اجتماعی پایدار، یک چالش بهینه‌سازی برای سازمان‌ها در سطح جهانی و برای جامعه است. نتایج نشان می‌دهد که درنهایت، یک حوزه‌ی جدید تحقیقاتی با عنوان مدیریت کیفیت مدیریت زنجیره تأمین در حال ظهور مشخص شد (Bastas & Liyanage, 2018).

جیا و همکاران، (۲۰۱۸)، در مقاله با عنوان *مدیریت زنجیره تأمین پایدار در کشورهای درحال‌توسعه: تجزیه‌وتحلیل ادبیات*، هدف از این مقاله ارائه تحلیل ادبیات دانشگاهی در مورد شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار در کشورهای درحال‌توسعه است. این مقاله با شناسایی شکاف در ادبیات که نیازمند تحقیق بیشتر در مورد این موضوع است، به‌ویژه در مورد کشورهای درحال‌توسعه، نتیجه‌گیری می‌شود (Jia et al, 2018).

دافن و همکاران، (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با عنوان *پیشرفت پایداری اجتماعی در مدیریت زنجیره تأمین: درس‌های از مطالعات متعدد در اقتصاد نوظهور*، با بررسی ادبیات مدیریت زنجیره تأمین، مشخص شد که ابعاد اجتماعی موردبررسی قرار نگرفته است. نتایج نشان می‌دهد که پایداری اجتماعی انگیزه ذاتی است. ابتکارات اجتماعی انگیزشی بیرونی است که تنها با تبادل اطلاعات بیشتر مرتبط بود. درنهایت، این مطالعه با تقویت روابط پایداری اجتماعی و استدلال به مدیریت زنجیره‌های تأمین کمک می‌کند مدیریت با اقدامات واقعی نتایج پایدارتری داشته باشد (Dafne et al, 2018).

ونگ و دای، (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای با عنوان *عملکرد و شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار*، هدف این مقاله این است که به‌طور قابل‌توجهی به تحقیقات تجربی مربوط به تأثیر مدیریت زنجیره تأمین پایدار در عملکرد شرکت‌های چینی کمک کند. نتایج نشان می‌دهد

که اقدامات مدیریت زنجیره تأمین پایدار درون‌سازمانی تأثیر مثبتی بر شرکت دارند. علاوه بر این، عملکرد زیست‌محیطی و عملکرد اجتماعی با عملکرد اقتصادی ارتباط مثبتی دارند (Wang & Dai, 2017).

متیواتانا و همکاران، (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای با عنوان *شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار در صنعت خودروسازی هند: دیدگاه چند شرکت‌کننده*. صنعت خودرو به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین بخش‌های تولید، تأثیر عمیقی بر جامعه و محیط‌زیست دارد. نتایج نشان می‌دهد که تعهد مدیریت نسبت به پایداری و تطبیق رویکرد سه‌گانه در تصمیم‌گیری استراتژیک، تأثیرگذارترین روش‌ها برای اجرای مدیریت زنجیره تأمین پایدار است. این مطالعه پایه‌ای برای مدیران صنایع فراهم می‌سازد تا درک تأثیرات درونی بین شیوه‌ها و افزایش احتمال موفقیت اجرای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در صنعت خودرو را افزایش دهد (Mathivathanana et al, 2017).

ولادمیر و همکاران، (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای با عنوان *بهینه‌سازی تدارکات مواد غذایی تازه برای پردازش: درخواست برای یک زنجیره تأمین بزرگ سیب شیلیایی*، این مقاله پژوهشی مدل‌های بهینه‌سازی که با سه نوع تصمیمات مربوط به باغبانی، خرید، حمل و نگهداری محصولات تازه را شامل می‌شوند، ارائه می‌دهد. با توجه به نتایج، در مدل خرید به‌صورت جداگانه، محصولاتی که سطح کیفیت بالایی دارند و می‌توانند در مدت‌زمان طولانی‌تری نگهداری شوند (Wladimir et al, 2017).

بررسی ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که کمترین توجه به بعد اجتماعی از ابعاد پایداری زنجیره تأمین و بیشتر به جنبه‌های زیست‌محیطی و اقتصادی توجه شده است. همچنین در زمینه محصولات فاسدشدنی در صنایع غذایی، توجه کمی شده است. اکثر زنجیره‌های تأمین پایدار کارشده یک یا دو سطحی هستند. در این مقاله سعی خواهیم کرد تا با در نظر گرفتن چند محصول در زنجیره تأمین، محدودیت‌های کشورها، توجه بیشتر به جنبه‌های اجتماعی در توسعه پایدار، استفاده از داده‌ها و سناریوهای واقعی صنایع غذایی، بررسی زنجیره تأمین در یک محیط چهار سطحی و با در نظر گرفتن ابعاد پایداری و شاخص‌های مرتبط با محصولات فاسدشدنی، برخی از این مسائل را حل کنیم. بر اساس مرور پیشینه، پژوهش

خاصی که بررسی پایداری زنجیره تأمین با نگاه بر روند تأمین، تولید، توزیع و انتقال محصولات فاسدشدنی کارخانه‌های لبنیات و گوشت و پروتئین بپردازد، مشاهده نشده است؛ بنابراین مدل ساختاری ارائه‌شده با مجموعه کاملی از متغیرهای ورودی و خروجی پایدار (زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی) در هر یک از مراحل تأمین، تولید، توزیع و پخش محصولات فاسدشدنی با استفاده از روش پیشنهادی را می‌توان جنبه نوآوری کار دانست. لذا ازجمله نوآوری‌ها و ویژگی‌های این مدل پیشنهادی برای پوشش شکاف‌های مطالعاتی ذکرشده، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- مدل پیشنهادی چهار مرحله متوالی تأمین، تولید، توزیع و پخش محصولات فاسدشدنی را به‌طور هم‌زمان مورد ارزیابی قرار داده است.

۲- انواع شاخص‌های پایداری (اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی) را در بردارد.

۳- وجود خروجی‌های مطلوب در پایان هر مرحله که به‌عنوان ورودی وارد مرحله بعد می‌شود.

۴- وجود خروجی‌هایی که در پایان هر مرحله مستقل بوده و به‌عنوان ورودی وارد مرحله بعدی نمی‌شود.

۵- وجود متغیرهای ورودی مازاد که حاصل فرایند مرحله قبل نبوده است ولی برای عملکرد تأمین، تولید، توزیع و پخش محصولات فاسدشدنی ضروری هستند.

۶- مطالعه موردی منطبق با شرایط طبیعی که از داده‌های واقعی برای ارزیابی زنجیره تأمین چهار مرحله‌ای در کارخانجات لبنیاتی، گوشت و پروتئین به‌منظور تولید و پخش محصولات فاسدشدنی استفاده نموده است.

پژوهش حاضر با عنوان، *ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین پایدار محصولات فاسدشدنی در صنایع غذایی*، شکاف‌های مطالعاتی ذکرشده را پوشش می‌دهد.

۳- متدلوژی پژوهش

۳-۱- روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

به‌منظور فرایند ارزیابی عملکرد زنجیره‌تأمین پژوهش و محاسبه کارایی واحدهای

موردمطالعه پژوهش با رویکرد توجه به محصولات فاسدشدنی در این قسمت از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای استفاده شد؛ زیرا مدل‌های مرسوم تحلیل پوششی داده‌ها، مراحل و فرایندهای داخلی در درون DMU ها را نادیده می‌گیرند. درواقع مدل‌های مرسوم DEA، هر شرکت را یک DMU در نظرگرفته و محاسبات خود را به ورودی‌های اولیه و خروجی‌های نهایی محدود می‌کنند. لذا با توجه به اینکه DEA در سال‌های اخیر در بخش‌های خریدار- فروشنده، تولید- توزیع و ارزیابی عملکرد زنجیره‌های تأمین مورداستفاده قرار گرفته است و با توجه به اینکه زنجیره تأمین نوعی واحد تصمیم‌گیرنده است که فقط شاخص‌های ورودی و خروجی ندارد، بلکه در کنار آن‌ها از شاخص‌های واسطه‌ای که از مرحله قبل به مرحله بعد جریان دارد، استفاده می‌کند و هر مرحله نیز ممکن است ورودی‌ها و خروجی‌های خاص خود را داشته باشد، ازاین‌رو به دلیل ماهیت شبکه‌ای یا چندمرحله‌ای زنجیره تأمین، مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها قادر به ارزیابی صحیح و کامل عملکرد زنجیره تأمین نیستند و به همین دلیل در این پژوهش از مدل NDEA با رویکرد جدید و با توجه به شاخص‌های پایداری محصولات فاسدشدنی استفاده‌شده است و به محاسبه کارایی ۱۸ زنجیره‌تأمین تولیدی محصولات لبنیاتی، گوشتی و پروتئینی پرداخته شد.

۳-۲- جامعه آماری

همان‌طور که ذکر شد به‌علت ماهیت اصلی پژوهش مواد فاسدشدنی، جامعه آماری پژوهش شامل ۹ کارخانه یا شرکت لبنیاتی و ۹ کارخانه یا شرکت گوشت و پروتئینی هست که درمجموع ۱۸ کارخانه و شرکت لبنیاتی، گوشتی و پروتئینی موردمطالعه قرار گرفت. شاخص‌های محصولات فاسدشدنی در هر دودسته قابل ارزیابی و بررسی است.

۳-۳- شناسایی شاخص‌های ارزیابی کارایی شبکه زنجیره‌تأمین پایدار محصولات فاسدشدنی

لازمه هر پژوهش کاربردی، مطالعه و شناخت پارامترهای مؤثر در قلمرو کاری پژوهش

است. به همین منظور در راستای شناخت و استخراج شاخص‌های مؤثر ورودی و خروجی و واسطه‌ای به‌منظور محاسبه قابلیت اطمینان و ارزیابی کارایی نسبی زنجیره تأمین در بخش تأمین‌کنندگان، مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای گسترده‌ای بر روی متغیرها و شاخص‌های موجود در زمینه فعالیت‌های مختلف زنجیره تأمین صورت گرفت و بعد از بررسی و مطالعه مقالات، جهت شناخت کامل تمام شاخص‌های پژوهش لیستی از شاخص‌های مؤثر مشخص شد که به شرح جدول (۱) می‌باشد:

جدول ۱. شاخص‌های اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تأمین پایدار محصولات فاسدشدنی بر اساس مطالعات پیشین

شاخص‌های پایدار					
محققین	**اقتصادی**	**محققین**	**اجتماعی**	**محققین**	**زیست‌محیطی**
تقی‌خواه و همکارانش، مارتین و پاتو (۲۰۱۹)	هزینه کمپین‌های بازاریابی و تبلیغات	میرهدایتان و همکاران (۲۰۱۴)؛ پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)؛ بیوکی و همکاران، (۲۰۲۰)؛ سانتوس و همکاران (۲۰۱۹)؛ گومز لوسیانو و همکاران، (۲۰۱۸)؛ یوسفی و همکاران، (۲۰۱۶)	ایمنی کار، بهداشت و سلامت نیروی کار	میرهدایتان و همکاران (۲۰۱۴)؛ گومز لوسیانو و همکاران، (۲۰۱۸)	تعداد محصولات سبز (تولید سبز)
پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)	هزینه انتخاب‌های پایدار محیطی در تمام مراحل تولید مواد غذایی	میرهدایتان و همکاران (۲۰۱۴)	حق‌الزحمه تأمین‌کننده	جانسن و همکاران، (۲۰۱۶)	روند فصلی فساد محصولات
پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)	هزینه سیستم‌های	پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)؛	حقوق کارگران	یاوری و گرایلی، (۲۰۱۹)؛ تجاملدی	درصد محصول بازگشتی

شاخص‌های پایدار					
محققین	اقتصادی	محققین	اجتماعی	محققین	زیست‌محیطی
	توزیع نوآورانه	بیوکی و همکاران، (۲۰۲۰)		و صولتی، (۲۰۱۸)	
میرهدایتیان و همکاران (۲۰۱۴)	تنوع خدمات	بیوکی و همکاران، (۲۰۲۰)؛ کمبل و همکاران، (۲۰۱۹)؛ مورنو کاماچو و همکاران، (۲۰۱۹)	تعداد کارگران	کریشنان و همکاران، (۲۰۲۰)؛ کمبل و همکاران، (۲۰۱۹)؛ گومز لوسیانو و همکاران، (۲۰۱۸)؛ جیانگ و تاپان، (۲۰۱۸)؛ جانسن و همکاران، (۲۰۱۶)	درصد ضایعات غذایی
پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)؛ مورنو کاماچو و همکاران، (۲۰۱۹)؛ یوسفی و همکاران، (۲۰۱۶)	کیفیت تولید	بیوکی و همکاران، (۲۰۲۰)؛ سانتوس و همکاران (۲۰۱۹)؛ یوسفی و همکاران، (۲۰۱۶)؛	میزان رضایت کارگران و کارمندان	سباتجین و ادتونجی، (۲۰۲۰)؛ جیانگ و تاپان، (۲۰۱۸)؛ خواسگاری و همکاران، (۲۰۱۶)	نرخ وابستگی تازگی
خواسگاری و همکاران، (۲۰۱۶)؛ ام ای اچ و همکاران، (۲۰۱۴)	هزینه سفارش	گومز لوسیانو و همکاران، (۲۰۱۸)؛ تجاملدی و صولتی، (۲۰۱۸)	میزان رضایت مشتری	سباتجین و ادتونجی، (۲۰۲۰)؛ زولی و همکاران، (۲۰۱۹)؛ خواسگاری و همکاران، (۲۰۱۶)	تعداد اقلام فانی (انواع محصولات غذایی فاسد شده)
خواسگاری و همکاران، (۲۰۱۶)؛ ام ای اچ و همکاران، (۲۰۱۴)	هزینه نگهداری	یوسفی و همکاران، (۲۰۱۶)؛	رضایت ذینفعان	میرهدایتیان و همکاران (۲۰۱۴)؛ جیا و همکاران، (۲۰۲۰)؛ سانتوس و همکاران (۲۰۱۹)؛ داس، (۲۰۱۸)؛ گومز	کاهش انتشار گاز CO_2

شاخص‌های پایدار					
محققین	اقتصادی	محققین	اجتماعی	محققین	زیست‌محیطی
				لوسیانو و همکاران، (۲۰۱۸)؛ تجاملدی و صولتی، (۲۰۱۸)	
صالحی امیری و همکاران، (۲۰۲۰)؛ سباتجین و ادتونجی، (۲۰۲۰)؛ جوزدانی و گویندن، (۲۰۲۰)؛ آرکاجیوتی و پراکاشسین (۲۰۲۰)؛ سین‌ها و آناند، (۲۰۲۰)؛ روهمر و همکاران، (۲۰۱۹)؛ مارتینس و پاتو، (۲۰۱۹)؛ زولی و همکاران، (۲۰۱۹)؛ داس، (۲۰۱۸)؛ تجاملدی و صولتی، (۲۰۱۸)؛ ولادمیر و همکاران، (۲۰۱۷)؛ رمضانیان و بهبودی، (۲۰۱۷)؛ جانسن و همکاران، (۲۰۱۶)؛ ام ای اچ و همکاران، (۲۰۱۴)	هزینه حمل‌ونقل منابع	کمبل و همکاران، (۲۰۱۹)؛ گومز لوسیانو و همکاران، (۲۰۱۸)؛ جیانگ و تاپان، (۲۰۱۸)	میزان توجه به بازار محلی	میرهدایتیان و همکاران (۲۰۱۴)؛ سانتوس و همکاران (۲۰۱۹)؛ ام ای اچ و همکاران، (۲۰۱۴)	هزینه تأمین مواد غذایی خام ارگانیک
صالحی امیری و همکاران، (۲۰۲۰)؛ سباتجین و ادتونجی، (۲۰۲۰)؛ جوزدانی و گویندن، (۲۰۲۰)؛ آرکاجیوتی و پراکاشسین (۲۰۲۰)؛ سین‌ها و آناند، (۲۰۲۰)؛ روهمر و همکاران، (۲۰۱۹)؛ مارتینس و پاتو، (۲۰۱۹)؛ زولی و همکاران، (۲۰۱۹)؛ داس، (۲۰۱۸)؛ ولادمیر و همکاران، (۲۰۱۷)؛ جانسن و همکاران،	حمل‌ونقل کالا نهایی	میرهدایتیان و همکاران (۲۰۱۴)	فاکتور میانگین اعتبار	تقی خواه و همکاران، (۲۰۲۱)؛ تجاملدی و صولتی، (۲۰۱۸)	دفع افات و کودهای مصنوعی

شاخص‌های پایدار					
محققین	اقتصادی	محققین	اجتماعی	محققین	زیست‌محیطی
(۲۰۱۶)؛ ام ای اچ و همکاران، (۲۰۱۴)					
صالحی امیری و همکاران، (۲۰۲۰)؛ سباتجین و ادتونجی، (۲۰۲۰)؛ جوزدانی و گویندن، (۲۰۲۰)؛ زولی و همکاران، (۲۰۱۹)؛ یاوری و گرایلی، (۲۰۱۹)؛ چن شاو و همکاران، (۲۰۱۹)؛ سانتوس و همکاران (۲۰۱۹)؛ ولادمیر و همکاران، (۲۰۱۷)؛ خواسگاری و همکاران، (۲۰۱۶)؛ یوسفی و همکاران، (۲۰۱۶)؛ لناردو و لاپرت، (۲۰۱۴)؛ ام ای اچ و همکاران، (۲۰۱۴)	قیمت و میزان تقاضا	پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)؛ بیوکی و همکاران، (۲۰۲۰)	معشیت مناسب	پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)؛ کمبل و همکاران، (۲۰۱۹))؛ مورنو کاماچو و همکاران، (۲۰۱۹))؛ ساوردا و همکاران، (۲۰۱۸))؛ جادهاو و همکاران، (۲۰۱۸) گومز لوسیانو و همکاران، (۲۰۱۸)؛ جیانگ و تاپان، (۲۰۱۸)؛ یوسفی و همکاران، (۲۰۱۶)	توجه به آب
داس، (۲۰۱۸)؛ ام ای اچ و همکاران، (۲۰۱۴)	هزینه توزیع	راج و همکاران، (۲۰۱۸)؛ متیواتانا و همکاران، (۲۰۱۷)	سطح مسئولیت اجتماعی	پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)؛ ساوردا و همکاران، (۲۰۱۸)؛ یوسفی و همکاران، (۲۰۱۶)	توجه به زمین
چن شاو و همکاران، (۲۰۱۹)	تعداد محصولات	سانتوس و همکاران (۲۰۱۹)؛ کمبل و همکاران، (۲۰۱۹)؛ ساوردا و همکاران، (۲۰۱۸)؛ گومز لوسیانو و همکاران،	ایجاد شغل	پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)؛ کمبل و همکاران، (۲۰۱۹)؛ جادهاو و همکاران، (۲۰۱۸)؛ داس، (۲۰۱۸)؛	توجه به انرژی

شاخص‌های پایدار					
محققین	اقتصادی	محققین	اجتماعی	محققین	زیست‌محیطی
		(۲۰۱۸)؛ تجاملدی و صولتی، (۲۰۱۸)		جیانگ و تاپان، (۲۰۱۸)	
داس، (۲۰۱۸)	تعداد تأمین کنندگان	تقی خواه و همکاران، (۲۰۲۱)،	تأثیر ویروس کرونا ۱۹ بر تولید ناخالص داخلی	پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)	توجه به حیوانات
میرهدایتیان و همکاران (۲۰۱۴)؛ سانتوس و همکاران (۲۰۱۹)؛ ام ای اچ و همکاران، (۲۰۱۴)	هزینه تأمین مواد غذایی خام ارگانیک	پاچیاروتی و تورجیانی (۲۰۲۱)؛ گومز لوسیانو و همکاران، (۲۰۱۸)	عدالت	بیوکی و همکاران، (۲۰۲۰)؛ جادهاو و همکاران، (۲۰۱۸)؛ یوسفی و همکاران، (۲۰۱۶)؛ جانسن و همکاران، (۲۰۱۶)	انرژی تجدید پذیر
میرهدایتیان و همکاران (۲۰۱۴)	حق الزحمه تأمین کننده	تقی خواه و همکاران، (۲۰۲۱)	تأثیر ویروس کرونا ۱۹ بر افزایش بیکاری	بیوکی و همکاران، (۲۰۲۰)؛ مورنو کاماچو و همکاران، (۲۰۱۹)؛ جیانگ و تاپان، (۲۰۱۸)	آلودگی محیط‌زیست
میرهدایتیان و همکاران (۲۰۱۴)	هزینه خدمات	مورنو کاماچو و همکاران، (۲۰۱۹)	شرایط کاری	آرکاجیوتی و پراکاشسین (۲۰۲۰)؛ تجاملدی و صولتی، (۲۰۱۸)؛ جانسن و همکاران، (۲۰۱۶)؛ ام ای اچ و همکاران، (۲۰۱۴)	مدیریت پسماند
بیوکی و همکاران، (۲۰۲۰)؛ زولی و همکاران، (۲۰۱۹)؛	هزینه مسیر یابی زنجیره	مانی و گانسکران، (۲۰۱۸)؛ متیواتانا و	فشار اجتماعی	یاوری و گرایلی، (۲۰۱۹)؛ احمد و	اثرات زیست‌محیطی

شاخص‌های پایدار					
محققین	اقتصادی	محققین	اجتماعی	محققین	زیست‌محیطی
میرمجلسی و شفیعی، (۲۰۱۶)	تأمین محصولات فاسدشدنی (زمان تحویل / شروع و پایان)	همکاران، (۲۰۱۷)	مشتری	کیون، (۲۰۱۷)	تولید

بعد از بررسی، مطالعه مقالات و شناسایی شاخص‌های مرتبط، جهت انتخاب شاخص‌های پژوهش، مصاحبه‌ای هدایت‌شونده در این زمینه با مسئولین با تجربه (مدیران داخلی همراه با سرپرستان بخش‌های مختلف، با حداقل ۱۰ سال تجربه و آشنایی کامل با سطوح مختلف صنعت غذایی) مربوطه شرکت‌های موردمطالعه انجام‌گرفته شد. از طریق چک‌لیستی که در اختیار این افراد قرارگرفته شد (که در پیوست ارائه شده است) بعد از نظرسنجی، میانگین نمرات محاسبه شد. شاخص‌هایی که دارای بیشترین امتیاز بودند انتخاب و به‌عنوان شاخص‌های ورودی و واسطه‌ای و خروجی در نظر گرفته شد و نهایتاً شاخص‌های نهایی مشخص شدند که در ادامه به شرح آن‌ها پرداخته شده است. همچنین مقادیر شاخص‌های نهایی انتخاب‌شده توسط مصاحبه با مدیران واحدهای صنعتی استخراج و وارد مدل شده است.

جدول ۲. تعریف شاخص‌ها انتخاب‌شده در مدل

شاخص‌های انتخاب‌شده	معیار سنجش	تعریف شاخص‌ها
قیمت مواد غذایی خام ارگانیک	میلیون ریال	مبلغی که برای تهیه موجودی مواد اولیه پرداخت می‌شود.
هزینه حمل‌ونقل ناشی از ازدحام جاده‌ها و فسادپذیری محصولات	میلیون ریال	هزینه‌ای که بابت تازه رسیدن محصولات و جلوگیری از فسادپذیری محصولات پرداخت می‌شود.
حق‌الزحمه تأمین‌کننده	میلیون ریال	سود و درآمد تأمین‌کننده
درصد ایمنی نیروی کار ازلحاظ HSE	درصد	سیستم مدیریتی که هدفش شناسایی و کنترل ریسک‌های بهداشت جسمانی، بهداشت روانی، ایمنی و محیط‌زیستی است.
PPM بدون نقص | parts per	قسمت در	شاخص کیفیت تعداد محصولات برگشتی نسبت به‌کل

شاخص‌های انتخاب‌شده	معیار سنجش	تعریف شاخص‌ها
million	میلیون	محصولات دریافتی از تأمین‌کننده.
هزینه کمپین‌های بازاریابی و تبلیغات	میلیون ریال	هزینه‌ای که بابت کمپین‌های بازاریابی و تبلیغات برای افزایش فروش پرداخت می‌شود.
هزینه انتخاب‌های پایدار محیطی در تمامی مراحل تولید	میلیون ریال	هزینه‌ای که بابت رعایت و آسیب نزدن به محیط‌زیست پرداخت می‌شود.
شاخص طراوت موجودی مواد دریافتی در زمان T	درصد	درصد تازگی و طراوت اولیه مواد دریافتی نسبت به عمر مفید مواد.
انتشار CO_2	میلیون تن در سال	دی‌اکسید کربن بر اثر سوختن زغال و مواد آلی در مجاورت اکسیژن، تخمیر مایعات، تنفس جانوران و گیاهان و غیره به دست می‌آید.
فاکتور میانگین اعتبار | Producer reputation	تعداد	نسبت تعداد محصولات محبوب نسبت به کل محصولات شرکت
درصد ضایعات غذایی	درصد	درصد خرابی و ضایعات غذایی محصولات نسبت به کل محصولات.
نرخ وابستگی تازگی	درصد	درصد وابستگی محصول نهایی به تازگی مواد
تعداد محصولات سبز (تولید سبز)	تعداد	تعداد محصولی که باهدف کاهش ضایعات و اثرات منفی بر محیط‌زیست در طول چرخه حیات و پس از مصرف طراحی شده است.
هزینه سیستم‌های توزیع نوآورانه	میلیون ریال	هزینه‌ای که بابت سیستم‌های توزیع نوآورانه که منجر به کاهش زمان و افزایش عمر مفید محصولات، پرداخت می‌شود.
هزینه مسیریابی زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی (زمان تحویل/ شروع و پایان)	میلیون ریال	هزینه‌ای که بابت مسیریابی زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی برای انتخاب بهترین و کاراترین مسیر، پرداخت می‌شود.
حقوق کارگران و کارمندان	میلیون ریال	مبلغ پرداختی نیروی کار.
تنوع خدمات و محصولات	تعداد	میزان تنوع در خدمات و محصولات ارائه‌شده.
تعداد اقلام فانی (انواع محصولات غذایی فاسد شده)	تعداد	تعداد محصولات غذایی فاسدشدنی (با طول عمرمحدود)
درصد عمر مفید موجودی فرآوری	درصد	درصد و میزان طول عمر مفید و قابل‌استفاده در محصولات

شاخص‌های انتخاب‌شده	معیار سنجش	تعریف شاخص‌ها
توزیع‌شده		فاسدشدنی
هزینه خدمات	میلیون ریال	هزینه‌ای که بابت خدمات فروش، ارسال و ...، پرداخت می‌شود.
درصد رضایت مشتری	درصد	درصد رضایت مشتری از محصولات شرکت
درصد رضایت کارگران و کارمندان	درصد	درصد رضایت کارگران و کارمندان از شرکت
درصد محصول بازگشتی	درصد	میزان برگشت محصولات بازگشتی نسبت به کل محصولات ارائه‌شده.
فاکتور میانگین اعتبار در بازارهای محلی Producer reputation	تعداد	تعداد محصولات محبوب شرکت نسبت به کل محصولات در بازار محلی (استان فارس و شیراز)

۳-۴- فرایند مدیریت زنجیره‌بافی موردمطالعه پژوهش

مدیریت زنجیره تأمین را می‌توان به‌عنوان مجموعه‌ای از رویکردهای مورداستفاده برای ترکیب بهینه تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و فروشگاه‌ها (خرده‌فروش‌ها) تعریف نمود، به‌گونه‌ای که محصولات به تعداد کافی و در زمان مناسب، به‌منظور کمینه نمودن هزینه‌های سیستم، عرضه شوند و رضایت مشتریان نیز در این زنجیره جلب شود؛ بنابراین با توجه به این تعریف، فرایند مدیریت زنجیره تأمین موردمطالعه پژوهش به‌صورت شکل (۱) می‌باشد:

شکل ۱. فرایند مدیریت زنجیره‌تامین

که جزئیات این مدل با توجه به شاخص‌های ورودی و خروجی و واسطه‌ای موردمطالعه پژوهش در ادامه آورده و توضیح داده می‌شود.

۳-۵- ساخت مدل

در این پژوهش با الهام از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای شفیعی و قطبی (۲۰۲۰) و شمسی جامخانه و همکاران (۲۰۲۰) ارائه می‌گردد که در آن متغیرهای ورودی و خروجی و واسطه‌ای با رویکرد پایداری در نظر گرفته خواهد شد. تفاوت‌ها و مزیت‌های مدل پیشنهادی در مقایسه با مدل‌های بالا را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

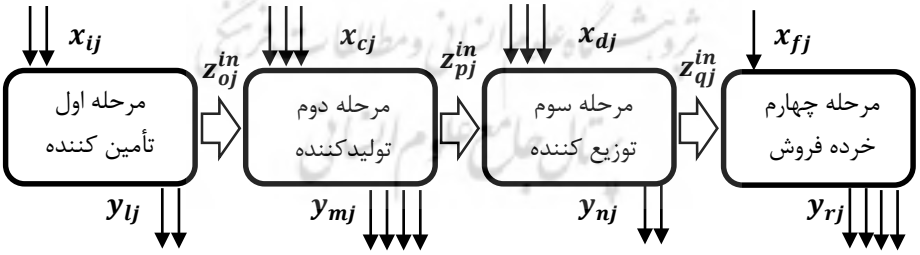
۱- مدل‌های ذکرشده، دومرحله‌ای و سه مرحله‌ای بودند اما مدل پیشنهادی این پژوهش، چهار مرحله متوالی تأمین و تولید و توزیع و پخش محصولات فاسدشدنی موردبررسی قرار خواهد گرفت که با ماهیت فعالیت واحدهای فعال در کارخانجات تولید محصول لبنیاتی و گوشتی و پروتئینی تطابق بیشتری دارد.

۲- برخی خروجی‌های مطلوب در پایان هر مرحله در مدل به مرحله بعد مدل واردشده است که نقش قابل‌ملاحظه‌ای در بررسی عملکرد تولید محصولات فاسدشدنی دارند و برخی از خروجی‌ها مستقل هستند و از سیستم خارج می‌شوند و به عبارتی وارد مرحله بعد نمی‌شوند.

۳- ورودی‌های مازاد نیز در هر مرحله علاوه بر ورودی‌های میانی که خروجی‌های مرحله قبل بودند نیز در نظر گرفته‌شده استشده است که نقش بسیار مهم و اساسی در روند تأمین و تولید و توزیع و پخش محصولات فاسدشدنی دارند.

لذا براین اساس مدل پیشنهادی در این پژوهش به‌صورت شکل (۲) ارائه می‌گردد:

شکل ۲. مدل کلی پیشنهادشده با چهار مرحله متوالی



مطابق شکل (۲) n واحد تصمیم‌گیرنده DMU_j (j=1…..n) وجود دارند که در مرحله اول دارای m متغیر ورودی x_{ij} (i=1…..m) هستند که q خروجی را تولیدی می‌کنند که بخشی از این خروجی‌ها به‌عنوان متغیر ورودی مرحله دوم z_{oj}^{in} (o=1…..O) ، وارد مرحله دوم

می‌شوند و بخشی دیگر وارد مرحله دوم فرایند واحدها نمی‌شوند که با نماد y_{lj} (l=1…..L) نشان دادن می‌شود. در مرحله دوم نیز علاوه بر متغیرهای دریافتی از مرحله اول دارای متغیرهای ورودی دیگری نیز هستند که از مرحله قبل تولید نمی‌شوند و به‌صورت x_{cj} (c=1…..C) نمایش داده می‌شود. در این مرحله نیز بخش از خروجی به‌عنوان متغیر ورودی مرحله سوم (p=1…..P) z_{pj}^{in}، وارد مرحله سوم می‌شود و بخشی دیگر وارد مرحله سوم فرایند واحدها نمی‌شوند که با نماد y_{mj} (m=1…..M) نشان داده می‌شود. در مرحله سوم نیز همانند مرحله دوم، علاوه بر متغیرهای دریافتی از مرحله دوم دارای متغیرهای ورودی دیگری نیز هستند که از مرحله قبل تولید نمی‌شوند و به‌صورت x_{dj} (d=1…..D) نمایش داده می‌شود. در این مرحله نیز بخش از خروجی به‌عنوان متغیر ورودی مرحله چهارم (q=1…..Q) z_{qj}^{in}، وارد مرحله چهارم می‌شود و بخشی دیگر وارد مرحله سوم فرایند واحدها نمی‌شوند که با نماد y_{nj} (n=1…..N) نشان داده می‌شود. در مرحله چهارم نیز همانند مراحل قبل، علاوه بر متغیرهای دریافتی از مرحله سوم دارای متغیرهای ورودی دیگری نیز هستند که از مرحله قبل تولید نمی‌شوند و به‌صورت x_{fj} (f=1…..F) نمایش داده می‌شود. و درنهایت خروجی نهایی به‌صورت y_{rj} (r=1؛ و s.) نمایش داده شده است.

۳-۶- کارایی در DEA

کارایی در DEA به مفهوم نسبت مجموع موزون خروجی‌ها به ورودی‌ها است. بنابراین با توجه به این تعریف می‌توان کارایی مراحل سه‌گانه را به‌صورت جدول (۳) تعریف نمود:

جدول ۳. مفهوم کارایی در مراحل چهارگانه مدل NDEA پژوهش

کارایی مرحله اول	کارایی مرحله دوم	کارایی مرحله سوم	کارایی مرحله چهارم

$\theta_{j=}^{4}\frac{\sum_{r=1}^{s}u_r y_{rj}}{\sum_{q=1}^{Q}u_q z_{qj}^{in}+\sum_{f=1}^{F}v_f x_{fj}}$	$\theta_{j=}^{3}\frac{\sum_{q=1}^{Q}u_q z_{qj}^{in}+\sum_{n=1}^{N}u_n y_{nj}}{\sum_{p=1}^{P}u_p z_{pj}^{in}+\sum_{d=1}^{D}v_d x_{dj}}$	$\theta_{j=}^{2}\frac{\sum_{p=1}^{P}u_p z_{pj}^{in}+\sum_{m=1}^{M}u_m y_{mj}}{\sum_{o=1}^{O}u_o z_{oj}^{in}+\sum_{c=1}^{C}v_c x_{cj}}$	$\theta_{j=}^{1}\frac{\sum_{o=1}^{O}u_o z_{oj}^{in}+\sum_{l=1}^{L}u_l y_{lj}}{\sum_{i=1}^{m}v_i x_{ij}}$
ضریب r امین متغیر خروجی u_r ضریب f امین متغیر ورودی v_f ضریب q امین متغیر ورودی u_q	ضریب q امین متغیر خروجی u_q ضریب n امین متغیر خروجی u_n ضریب d امین متغیر ورودی v_d ضریب p امین متغیر ورودی u_p	ضریب p امین متغیر خروجی u_p ضریب m امین متغیر خروجی u_m ضریب c امین متغیر ورودی v_c ضریب o امین متغیر ورودی u_o	ضریب o امین متغیر خروجی u_o ضریب l امین متغیر خروجی u_l ضریب i امین متغیر ورودی v_i

۳-۷- مدل کارایی کل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

تحت فرض بازده به مقیاس ثابت و مدل ورودی‌گرا می‌توان مدل کسری کل سیستم دومرحله‌ای را به‌صورت مدل (۱) نوشت:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مدل (۱):

$$\theta_0 = (\sum_(o = 1)\^O \llbracket u_o\, z_(o.)\^{in} + \sum_(l = 1)\^L u_l\ y_(l.) + \sum_(p = 1)\^P \llbracket u_p\, z_(p.)\^{in} + \sum_(m = 1)\^M u_m\ y_(m.) + \sum_(q = 1)\^Q \llbracket u_q\, z_(q.)\^{in} + \sum_(n = 1)\^N u_n\ y_(n.) + \sum_(r = 1)\^s u_r\ y_(r.) \rrbracket\rrbracket\rrbracket) / (\sum_(i = 1)\^m v_i\ x_(i.) + \sum_(o = 1)\^O \llbracket u_o\, z_(o.)\^{in} + \sum_(c = 1)\^C v_c\ x_(c.) \rrbracket + \sum_(p = 1)\^P \llbracket u_p\, z_(p.)\^{in} + \sum_(d = 1)\^D v_d\ x_(d.) \rrbracket + \sum_(q = 1)\^Q \llbracket u_q\, z_(q.)\^{in} + \sum_(f = 1)\^F v_f\ x_(f.) \rrbracket)$$

S.t:

$$\frac{\sum_{o=1}^{O} u_o z_{oj}^{in} + \sum_{l=1}^{L} u_l y_{lj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq 1,\ j=1\ldots\ldots n$$

$$\frac{\sum_{p=1}^{P} u_p z_{pj}^{in} + \sum_{m=1}^{M} u_m y_{mj}}{\sum_{o=1}^{O} u_o z_{oj}^{in} + \sum_{c=1}^{C} v_c x_{cj}} \leq 1,\ j=1\ldots\ldots n$$

$$\frac{\sum_{q=1}^{Q} u_q z_{qj}^{in} + \sum_{n=1}^{N} u_n y_{nj}}{\sum_{p=1}^{P} u_p z_{pj}^{in} + \sum_{d=1}^{D} v_d x_{dj}} \leq 1, j = 1 \ldots\ldots n$$

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{q=1}^{Q} u_q z_{qj}^{in} + \sum_{f=1}^{F} v_f x_{fj}} \leq 1, j = 1 \ldots\ldots n$$

v_i: i=1…..m),v_c: c=1…..C),v_d: d=1…..D),v_f: f=1…..F),u_o:

$o=1\ldots..O)$,u_l: $l=1\ldots..L)$,u_m: $m=1\ldots..M)$,u_n: $(n=1\ldots..N)$,u_p: $(p=1\ldots..P)$,u_q: $(q=1\ldots..Q)$,u_r: $(r=1\ldots..s)$

با توجه به اینکه مدل (۱) یک مدل کسری است لذا با استفاده از روش‌های پیشنهادی می‌توان به قالب برنامه‌ریزی خطی تبدیل کرد؛ که شرح آن در مدل (۲) آورده شده است:

مدل (۲):

$$\theta_0 = \sum_{o=1}^{O} u_o z_{o.}^{in} + \sum_{l=1}^{L} u_l y_{l.} + \sum_{p=1}^{P} u_p z_{p.}^{in} + \sum_{m=1}^{M} u_m y_{m.} + \sum_{q=1}^{Q} u_q z_{q.}^{in} + \sum_{n=1}^{N} u_n y_{n.} + \sum_{r=1}^{s} u_r y_{r.}$$

S.t:

$$\left(\sum_{o=1}^{O} u_o z_{oj}^{in} + \sum_{l=1}^{L} u_l y_{lj}\right) - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0$$

$$\left(\sum_{p=1}^{P} u_p z_{pj}^{in} + \sum_{m=1}^{M} u_m y_{mj}\right) - \left(\sum_{o=1}^{O} u_o z_{oj}^{in} + \sum_{c=1}^{C} v_c x_{cj}\right) \le 0$$

$$\left(\sum_{q=1}^{Q} u_q z_{qj}^{in} + \sum_{n=1}^{N} u_n y_{nj}\right) - \left(\sum_{p=1}^{P} u_p z_{pj}^{in} + \sum_{d=1}^{D} v_d x_{dj}\right) \le 0$$

$$\left(\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}\right) - \left(\sum_{q=1}^{Q} u_q z_{qj}^{in} + \sum_{f=1}^{F} v_f x_{fj}\right) \le 0$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + \sum_{o=1}^{O} u_o z_{oj}^{in} + \sum_{c=1}^{C} v_c x_{cj}) + \sum_{p=1}^{P} u_p z_{pj}^{in} + \sum_{d=1}^{D} v_d x_{dj} + \sum_{q=1}^{Q} u_q z_{qj}^{in} + \sum_{f=1}^{F} v_f x_{fj} = 1$$

v_i: (i=1…..m),v_c: (c=1…..C),v_d: (d=1…..D),v_f: (f=1…..F),u_o: (o=1…..O),u_l: (l=1…..L),u_m: (m=1…..M),u_n: (n=1…..N),u_p: (p=1…..P),u_q: (q=1…..Q),u_r: (r=1…..s)

بعد از مشخص شدن مدل و شاخص‌های ورودی و خروجی هر مرحله، داده‌های لازم هریک از شاخص‌ها مشخص شد و وارد مدل (۲) شد و با نرم‌افزار WinQsb به حل ارزیابی کارایی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیرنده موردمطالعه پژوهش پرداخته شد که نتایج آن در فصل چهارم به‌طور کامل آورده شده است.

۳-۸- انتخاب شاخص‌ها

لازمه محاسبه کارایی زنجیره‌تامین، ابتدا فراهم نمودن شاخص‌های ورودی و خروجی مدل تحلیل‌پوششی‌داده‌ها است که بدین منظور با توجه به جدول (۱) و همچنین نظر کارشناسان مربوطه و با در اختیار گذاشتن چک‌لیستچک‌لیست، شاخص‌های ورودی و خروجی منتخب مشخص شدند و پس از واردکردن مقادیر شاخص‌ها به نرم‌افزار winQsb نتایج کارایی هریک از این زنجیره‌تأمین‌ها مشخص شد که در ادامه به شرح آن پرداخته شده است:

- متغیرهای ورودی عبارت است از عاملی که با افزودن یک واحد از آن به سیستم و با ثابت فرض کردن سایر شرایط، کارایی کاهش می‌یابد.
- متغیرهای خروجی عاملی عبارت است از عاملی که با افزودن یک واحد از آن به سیستم و با ثابت فرض کردن سایر شرایط، کارایی افزایش می‌یابد.

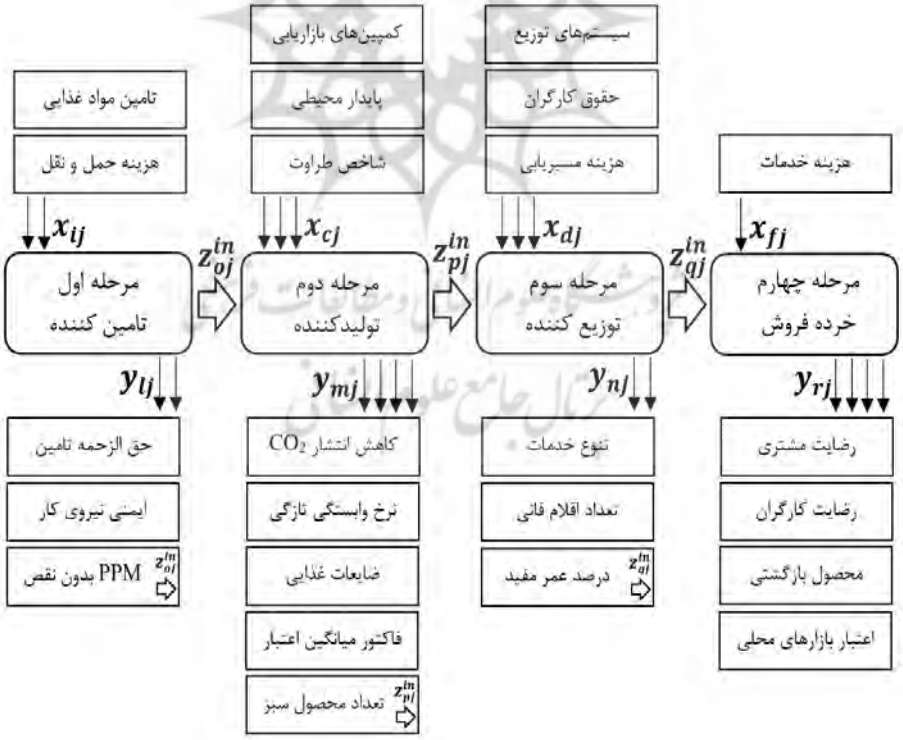
انتخاب دقیق و مناسب ورودی‌ها و خروجی‌ها، یکی از عوامل تعیین‌کننده در دستیابی به

نتایج قابل‌اطمینان و متناسب با اهداف موردنظر در ارزیابی است. برای انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی مناسب معیارهای مختلفی را باید در نظر گرفت. به همین منظور در راستای شناخت و استخراج شاخص‌های مؤثر ورودی و خروجی و واسطه‌ای به‌منظور محاسبه ارزیابی کارایی نسبی زنجیره تأمین در بخش تأمین کنندگان، تولیدکنندگان و توزیع کنندگان و خرده‌فروش، مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای گسترده‌ای بر روی متغیرها و شاخص‌های موجود درزمینه فعالیت‌های مختلف زنجیره‌تأمین صورت گرفت و بعد از بررسی و مطالعه مقالات، جهت شناخت کامل تمام شاخص‌های پژوهش لیستی از شاخص‌های مؤثر مشخص شد که شرح آن در جدول (۱) آورده شد. سپس با توجه به تعدد شاخص‌ها با نظر متخصصان شرکت و در اختیار گذاشتن چک‌لیست درباره اهمیت شاخص‌های جدول (۱)، مهم‌ترین شاخص‌هایی که در ارزیابی کارایی زنجیره‌تأمین تأثیرگذار هستند، انتخاب شدند و وارد مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پژوهش شدند که در جدول ۴ آورده شده است:

جدول ۴. شاخص‌های ورودی و خروجی مدل

	شاخص‌های ورودی	شاخص‌های خروجی
مرحله اول (تأمین کنندگان)	هزینه تأمین مواد غذایی خام ارگانیک (اقتصادی- زیست‌محیطی)	حق‌الزحمه تأمین کننده (اقتصادی- اجتماعی)
	هزینه حمل‌ونقل ناشی از ازدحام جاده‌ها و فسادپذیری محصولات (اقتصادی)	درصد ایمنی نیروی کار ازلحاظ HSE(اجتماعی)
		PPM بدون نقص (اقتصادی)
مرحله دوم (تولیدکنندگان)	PPM بدون نقص (اقتصادی)	درصد توجه به کاهش انتشار CO_2 (زیست‌محیطی)
	هزینه کمپین‌های بازاریابی تبلیغات (اقتصادی)	نرخ وابستگی تازگی (زیست‌محیطی)
	هزینه انتخاب‌های پایدار محیطی در تمامی مراحل تولید (اقتصادی)	درصد توجه به ضایعات غذایی (زیست‌محیطی)
	شاخص طراوت موجودی مواد دریافتی در زمان T (اقتصادی)	فاکتور میانگین اعتبار (اجتماعی)
		تعداد محصولات سبز (تولید سبز) (زیست‌محیطی)
مرحله سوم	تعداد محصولات سبز (تولید سبز) (زیست‌محیطی)	تنوع خدمات (اقتصادی)

	شاخص‌های ورودی	شاخص‌های خروجی
(توزیع‌کنندگان)	هزینه سیستم‌های توزیع نوآورانه (اقتصادی)	درصد عمر مفید موجودی فراوری توزیع‌شده (اقتصادی)
	حقوق کارگران و کارمندان (اقتصادی- اجتماعی)	درصد توجه به تعداد اقلام فانی (انواع محصولات غذایی فاسد شده) (زیست‌محیطی)
	هزینه مسیریابی زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی (زمان تحویل/ شروع و پایان) (اقتصادی)	
مرحله چهارم (خرده‌فروش)	درصد عمر مفید موجودی فراوری توزیع‌شده (اقتصادی)	درصد رضایت مشتری (اجتماعی)
		درصد رضایت کارگران و کارمندان (اجتماعی)
	هزینه خدمات (اقتصادی)	درصد توجه به محصول بازگشتی (زیست‌محیطی)
		فاکتور میانگین اعتبار در بازارهای محلی (اجتماعی)



شکل ۳. زنجیره تأمین پایدار محصولات فاسدشدنی با شاخص‌های ورودی و خروجی

لذا به‌طورکلی روند به‌کارگیری این شاخص‌ها در مدل کلی شکل (۳) آورده شده است. همچنین پس از مشخص شدن شاخص‌ها، نیاز است تا داده‌های لازم به‌منظور محاسبه کارایی با توجه به شاخص‌ها مشخص شود که این مهم در ادامه آورده شده است.

۴- یافته‌ها

۴-۱-نتایج ارزیابی کارایی ۱۸ زنجیره‌تأمین موردبررسی پژوهش

پس از تعیین مقادیر شاخص‌های ورودی و خروجی، با جایگزین کردن این مقادیر در مدل (۲) که توضیح آن داده شد، به حل مدل و کارایی هریک از زنجیره‌تأمین موردبررسی پژوهش پرداخته شد که در ادامه نتایج آن در جدول (۵) ذکر شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۵. نتایج ارزیابی کارایی زنجیره‌های‌تأمین مورد ارزیابی پژوهش

DMU	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ^*
DMU1	۰/۹۵۹۵	۱	۰/۹۳۷۵	۱	۰/۹۹۹۳
DMU2	۰/۹۳۸	۱	۱	۰/۹۹۵۳	۱
DMU3	۱	۱	۱	۱	۱
DMU4	۱	۱	۱	۱	۱
DMU5	۰/۹۲۱۳	۰/۹۸۹۶	۱	۰/۹۲۶۸	۰/۹۸۲۲
DMU6	۱	۱	۱	۱	۱
DMU7	۱	۱	۱	۱	۱
DMU8	۰/۹۹۲۵	۱	۰/۹۵۳۲	۱	۱
DMU8	۱	۱	۰/۹۹۳۶	۰/۹۰۶۴	۱
DMU10	۰/۹۴۲۱	۱	۰/۹۹۱۷	۰/۹۷۶۹	۱
DMU11	۰/۹۶۰۹	۰/۹۸۵۹	۰/۹۹۲۴	۱	۰/۹۸۵۹
DMU12	۰/۹۴۹۳	۱	۰/۹۹۳۹	۰/۹۱۹۰	۰/۹۸۸۶
DMU13	۰/۸۶۲۰	۱	۱	۰/۹۶۰۴	۱
DMU14	۰/۸۸۹۶	۰/۹۵۸۹	۰/۹۸۵۶	۰/۹۳۹۷	۰/۹۵۴۵
DMU15	۰/۹۶۱۵	۰/۹۴۴۹	۱	۱	۱
DMU16	۱	۰/۹۳۹۳	۱	۰/۹۷۱۹	۱
DMU17	۱	۱	۰/۹۷۷۸	۰/۸۸۰۶	۱
DMU18	۰/۹۶۴۶	۱	۱	۰/۹۹۶۰	۱

یافته‌های محاسبات این امر نشان‌دهنده این است که:

۱. نتایج کارایی عددی بین صفر تا یک می‌باشد و واحدهای زیر یک ناکارا و واحدهای کارا امتیازش کارایی‌شان یک می‌باشد.

۲. زنجیره تأمین شرکت‌های DMU3، DMU4، DMU6، DMU7، DMU8، DMU16، DMU17 در مرحله اول یعنی تأمین مواد اولیه موردنیاز جهت تولید در سال مالی موردمطالعه پژوهش کارا هستند.

۳. زنجیره تأمین شرکت‌های DMU1، DMU2، DMU3، DMU4، DMU6، DMU7، DMU8، DMU8، DMU10، DMU12، DMU13، DMU17، DMU18 در مرحله دوم

یعنی تولید محصولات لبنیاتی و گوشتی و پروتئینی با نگاهی بر محصولات فاسدشدنی در سال مالی موردمطالعه پژوهش کارا هستند.

۴. زنجیره تأمین شرکت‌های DMU2، DMU3، DMU4، DMU6، DMU7، DMU5، DMU13، DMU15، DMU16، DMU18 در مرحله سوم یعنی توزیع محصولات فاسدشدنی در سال مالی موردمطالعه پژوهش کارا هستند.

۵. زنجیره تأمین شرکت‌های DMU1، DMU3، DMU4، DMU6، DMU7، DMU8، DMU11، DMU15 در مرحله چهارم یعنی خرده‌فروشی محصولات فاسد پذیر در سال مالی موردمطالعه پژوهش کارا هستند.

۶. به‌طورکلی زنجیره تأمین شرکت‌های DMU2، DMU3، DMU4، DMU6، DMU7، DMU8، DMU8، DMU10، DMU13، DMU15، DMU16، DMU17، DMU18 با کسب امتیاز کارایی یک در سال مالی موردمطالعه پژوهش کارا هستند.

۷. همچنین زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی شرکت‌های DMU3، DMU4، DMU6، DMU7 در تمامی مراحل و به‌طورکلی کارا هستند که این امر نشان‌دهنده ارتباط کارای این شرکت‌های بین تمامی بخش‌های زنجیره تأمینشان یعنی تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشی محصولات فاسدشدنی در سال مالی موردمطالعه پژوهش می‌باشد.

۸. زنجیره تأمین شرکت‌های DMU1، DMU2، DMU5، DMU8، DMU10، DMU11، DMU12، DMU13، DMU14، DMU15، DMU18 در مرحله اول یعنی تأمین مواد اولیه موردنیاز جهت تولید در سال مالی موردمطالعه پژوهش ناکارا هستند.

۹. زنجیره تأمین شرکت‌های DMU5، DMU11، DMU14، DMU15، DMU16 در مرحله دوم یعنی تولید محصولات لبنیاتی و گوشتی و پروتئینی با نگاهی بر محصولات فاسدشدنی در سال مالی موردمطالعه پژوهش ناکارا هستند.

۱۰.زنجیره تأمین شرکت‌های DMU1، DMU8، DMU10، DMU11، DMU12، DMU13، DMU14، DMU17 در مرحله سوم یعنی توزیع محصولات

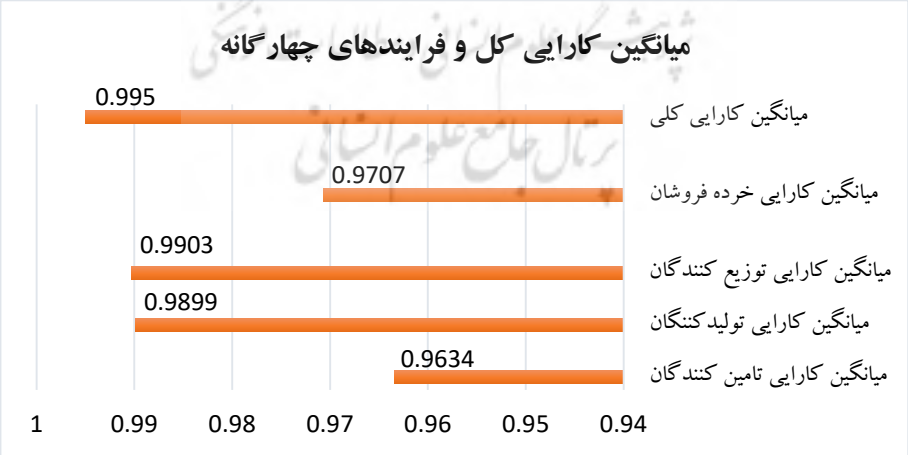
فاسدشدنی در سال مالی موردمطالعه پژوهش ناکارا هستند.

۱۱.زنجیره تأمین شرکت‌های DMU2، DMU5، DMU8، DMU10، DMU12، DMU13، DMU14، DMU16، DMU17، DMU18 در مرحله چهارم یعنی خرده‌فروشی محصولات فاسد پذیر در سال مالی موردمطالعه پژوهش ناکارا هستند.

۱۲.به‌طورکلی زنجیره‌تأمین شرکت‌های DMU1، DMU5، DMU11، DMU12، DMU14 در سال مالی موردمطالعه پژوهش به دلیل کسب امتیاز کارایی زیر یک ناکارا هستند.

همچنین با توجه به نتایج جدول (۵) و شکل (۴) مشاهده می‌گردد که میانگین کارایی زنجیره تأمین تولید و پخش محصولات فاسدشدنی در سال مالی موردمطالعه پژوهش در بخش تأمین‌کنندگان برابر ۰/۹۶۳۴ بوده است. این میانگین در بخش تولیدکنندگان برابر ۰/۹۸۹۹ بوده است، در بخش توزیع‌کنندگان برابر ۰/۹۹۰۳ بوده است و در بخش خرده‌فروشان نیز برابر ۰/۹۷۰۷ بوده است. لذا با نگاهی به میانگین کارایی در شکل (۴) مشاهده می‌گردد که بیشترین مشکلات ناکارایی شرکت‌های موردمطالعه مربوط به بخش تأمین‌کنندگان می‌باشد. همچنین میانگین کارایی کلی نیز برابر ۰/۹۹۵۰ می‌باشد.

شکل ۴. میانگین نمرات کارایی کل، فرایندهای تأمین، تولید، توزیع و فروش محصولات فاسدشدنی



با توجه به شکل (۴) مشاهده می‌شود که در بین زنجیره تأمین ۱۸ شرکت محصولات فاسدشدنی موردمطالعه پژوهش فرایند تأمین‌کنندگان دارای نمرات کارایی پایین‌تری نسبت به فرایندهای تولید و توزیع و فروش هستند که لذا پیشنهاد می‌گردد؛ شرکت‌های ناکارا در هر مرحله، با الگوبرداری از عملکرد شرکت‌های کارا نسبت به شناسایی عوامل ناکارآمدی خود در فرایندهای تولید، توزیع و فروش محصولات فاسدشدنی اقدام نموده و از این طریق، کارایی هر مرحله و کارایی کلی خود را بهبود بخشند.

۴-۲- رتبه‌بندی واحدهای کارا

همان‌طور که از جدول شماره ۵ مشخص است، مدل‌های تحلیل‌پوششی داده‌ها، به دلیل نبود رتبه‌بندی کامل بین واحدهای کارا، امکان مقایسه واحدهای کارا با یکدیگر را فراهم نمی‌آورند؛ به‌عبارت‌دیگر، این مدل‌ها واحدهای تحت بررسی را به دو گروه «واحدهای کارا» و «واحدهای ناکارا» تقسیم می‌کنند. واحدهای ناکارا با کسب امتیاز مشخص، قابل رتبه‌بندی هستند، اما واحدهای کارا به دلیل اینکه دارای امتیاز کاراییِ برابر یک (کارایی واحد) هستند، قابل رتبه‌بندی نیستند. لذا محققین، روش‌هایی را برای رتبه‌بندی این واحدهای کارا پیشنهاد کرده‌اند که از معروف‌ترین آن‌ها می‌توان به مدل «اندرسون – پیترسون» یا روش AP اشاره کرد.

اندرسون و پیترسون[1] در سال ۱۹۹۳ روشی را مطرح کردند که برای رتبه‌بندی واحدهای کارا مناسب است و به کمک آن می‌توان واحدهایی که کارایی ۱ دارند را نیز با هم مقایسه و از هم تفکیک کرد. در این روش در مدل برنامه‌ریزی خطی مربوط به DMU با کارایی ۱، محدودیت کوچک‌تر مساوی صفر (≤ 0) مربوط به آن DMU(محدودیت P ام) حذف می‌شود تا آن DMU با محدودیت منابع مواجه نباشد. سپس مدل مجدداً پس از اعمال این تغییر حل می‌شود. در این صورت ضریب کارایی واحدهای کارا ممکن است بزرگ‌تر از ۱ شود. هرچه ضریب واحدی بزرگ‌تر باشد آن واحد کارایی بیشتری دارد.
در مدل «اندرسون – پیترسون»، محدودیت‌های متناظر با واحد تحت بررسی، از ارزیابی

1. Anderson and Peterson

حذف می‌شود. این محدودیت‌ها سبب می‌شوند که حداکثر مقدار تابع هدف، یک باشد. با حذف این محدودیت‌ها، کارایی واحد تحت بررسی می‌تواند بیشتر از ۱ شود؛ که شرح مدل در زیر آمده است:

$\text{Max} e_p = \sum_{i=1}^{n} U_i Y_{ip}$

s.t:

$\sum_{i=1}^{m} V_i X_{ip} = 1$

$\sum_{i=1}^{n} U_i Y_{ij} - \sum_{i=1}^{m} V_i X_{ij} \leq 0$ j=1, 2…….k, j≠p

$U_i \geq 0, V_i \geq 0$

لذا در این پژوهش پس از حل مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای موردنظر پژوهش از این تکنیک اندرسون- پیترسون نیز در قالب مدل شبکه‌ای پژوهش استفاده شد و روی واحدهای کارایی که رتبه‌شان یک بود، اعمال شد تا بهترین زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی مشخص شود و دیگر زنجیره‌های تأمین نیز از این واحد الگو بگیرند و در راستای بهتر شدن فعالیت‌های شرکت و رسیدن به سطح بهینگی بالاتر و پیاده‌سازی هرچه بهتر اهداف شرکتشان قدم بردارند. شرح نتایج در جدول (۶) آمده است:

جدول ۶. میزان رتبه‌بندی زنجیره‌های تأمین کارا با روش اندرسون-پیترسون

DMU	میزان کارایی
۲	۱/۳۸۱۸
۳	۱۲/۴۵۲۵
۴	۱/۳۵۴۸
۶	۱/۱۸۱۷
۷	۱/۴۷۸۶
۸	۱/۰۴۸۷
۹	۱/۰۱۶۹
۱۰	۱/۰۸۲۶
۱۳	۱/۰۵۰۳
۱۵	۱/۰۵۱۲

DMU	میزان کارایی
۱۶	۱/۰۰۳۳
۱۷	۱/۰۲۷۵
۱۸	۱/۰۶۹۹

با توجه به نتیجه حاصل از روش اندرسون-پیترسون زنجیره تأمین DMU3 کارای قوی و زنجیره تأمین شرکت‌های DMU7، DMU2و DMU4 در رده‌های بعدی قرار گرفتند؛ و بدین ترتیب تمامی زنجیره‌های تأمین موردبررسی بر اساس میزان کارایی رتبه‌بندی شدند که در جدول (۷) آورده شده است.

جدول ۷. رتبه‌بندی نهایی زنجیره‌های تأمین موردمطالعه پژوهش ازنظر کارایی

DMU	میزان کارایی	رتبه کارایی	وضعیت کارایی
DMU 1	۰/۹۹۹۳	۱۴	ناکارا
DMU 2	۱/۳۸۱۸	۳	کارا
DMU 3	۱۲/۴۵۲۵	۱	کارای قوی
DMU 4	۱/۳۵۴۸	۴	کارا
DMU 5	۰/۹۸۲۲	۱۷	ناکارا
DMU 6	۱/۱۸۱۷	۵	کارا
DMU 7	۱/۴۷۸۶	۲	کارا
DMU 8	۱/۰۴۸۷	۱۰	کارا
DMU 9	۱/۰۱۶۹	۱۲	کارا
DMU 10	۱/۰۸۲۶	۶	کارا
DMU 11	۰/۹۸۵۹	۱۶	ناکارا
DMU 12	۰/۹۸۸۶	۱۵	ناکارا
DMU 13	۱/۰۵۰۳	۹	کارا
DMU 14	۰/۹۵۴۵	۱۸	ناکارا
DMU 15	۱/۰۵۱۲	۸	کارا
DMU 16	۱/۰۰۳۳	۱۳	کارا
DMU 17	۱/۰۲۷۵	۱۱	کارا
DMU 18	۱/۰۶۹۹	۷	کارا

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در صنایع مواد غذایی، سیستم‌های موجودی زیادی یافت می‌شود که اقلامی با عمرمحدود و فاسدشدنی دارند. اقلام فاسدشدنی شامل طیف وسیعی از محصولات و مواد غذایی هستند. برخی از این محصولات تا پایان عمر ثابت خود قابل‌مصرف‌اند، اما ازنظر مصرف‌کننده هرچه از تولید آن‌ها بگذرد مطلوبیت کمتری پیدا خواهند کرد. به دلیل کاربرد بالای این نوع محصولات توجه به مدل‌سازی آن‌ها در قالب یک زنجیره تأمین اهمیت زیادی دارد.

در این پژوهش به دنبال ارزیابی عملکرد سطوح مختلف زنجیره تأمین پایدار کالاهای فاسدشدنی بودیم. در گام اول، ساختار زنجیره تأمین پژوهش حاضر، پس از بررسی پیشینه‌های خارجی و داخلی و پیدا کردن شکاف مطالعاتی، از یک زنجیره تأمین چهار مرحله‌ای تشکیل‌شده که متغیرهای ورودی و خروجی آن بر اساس محصولات فاسدشدنی و ابعاد سه‌گانه پایداری (اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی) انتخاب شدند. در گام دوم برای شاخص‌های زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی، از شاخص‌هایی استفاده شد که هم به محصولات فاسدشدنی و هم به ابعاد پایداری مرتبط باشد. در گام سوم شاخص‌های ورودی و خروجی ساختار شبکه‌ای زنجیره تأمین چهار سطحی انتخاب شدند. برای انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی مناسب معیارهای مختلفی را باید در نظر گرفت. به همین منظور در راستای شناخت و استخراج شاخص‌های مؤثر ورودی و خروجی و واسطه‌ای به‌منظور محاسبه ارزیابی کارایی نسبی زنجیره تأمین در بخش تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروش، مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای گسترده‌ای بر روی متغیرها و شاخص‌های موجود در زمینه فعالیت‌های مختلف زنجیره‌تأمین صورت گرفت و بعد از بررسی و مطالعه مقالات، جهت شناخت کامل تمام شاخص‌های پژوهش لیستی از شاخص‌های مؤثر مشخص شد که شرح آن در جدول (۱) بخش سوم پژوهش آورده شد. سپس با توجه به تعدد شاخص‌ها با نظر متخصصان شرکت و در اختیار گذاشتن چک‌لیست درباره اهمیت شاخص‌ها، مهم‌ترین شاخص‌هایی که در ارزیابی کارایی زنجیره‌تأمین تأثیرگذار هستند، انتخاب شدند و وارد مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پژوهش شدند. در گام چهارم مدل مناسب ارزیابی عملکرد و تحلیل کارایی زنجیره تأمین پیشنهاد شد که

مدل پژوهش با الهام از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای شفیعی و قطبی (۲۰۲۰) و شمسی جامخانه و همکاران (۲۰۲۰) ارائه می‌گردد که در آن متغیرهای ورودی و خروجی و واسطه‌ای با رویکرد پایداری در نظر گرفته شد. برای تفاوت و مزیت‌های مدل پیشنهادی با مدل‌های قبلی و پوشش شکاف مطالعاتی، مدل پیشنهادی این پژوهش، چهار مرحله متوالی تأمین و تولید و توزیع و پخش محصولات فاسدشدنی موردبررسی قرار گرفت که با ماهیت فعالیت واحدهای فعال در کارخانجات تولید محصول لبنیاتی و گوشتی و پروتئینی تطابق بیشتری دارد، برخی خروجی‌های مطلوب در پایان هر مرحله در مدل واردشده است که نقش قابل‌ملاحظه‌ای در بررسی عملکرد تولید محصولات فاسدشدنی دارند. این خروجی‌ها مستقل هستند و از سیستم خارج می‌شوند و به عبارتی وارد مرحله بعد نمی‌شوند و ورودی‌های مازاد نیز در هر مرحله علاوه بر ورودی‌های میانی که خروجی‌های مرحله قبل بودند نیز در نظر گرفته شده است که نقش بسیار مهم و اساسی در روند تأمین و تولید و توزیع و پخش محصولات فاسدشدنی دارند. در گام پنجم به چگونگی بررسی میزان کارایی زنجیره تأمین طراحی‌شده اشاره شد، میزان کارایی زنجیره تأمین طراحی‌شده به معنی نسبت مجموع موزون خروجی‌ها به ورودی‌ها است. بنابراین با توجه به این تعریف می‌توان کارایی مدل پیشنهادی چهارگانه را در پنج حالت موردبررسی قرار داد. کارایی مرحله اول مدل، کارایی مرحله دوم مدل، کارایی مرحله سوم مدل، کارایی مرحله چهارم مدل و کارایی کل مدل تعیین کرد. در گام ششم و آخر به رتبه‌بندی واحدهای کارا پرداختیم، به‌منظور رتبه‌بندی نهایی، واحدهای کارا با توجه به امتیاز حاصل از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای رتبه‌بندی شده‌اند.

زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی شرکت‌های DMU3، DMU4، DMU6، DMU7 در تمامی مراحل و به‌طورکلی کارا هستند که این امر نشان‌دهنده ارتباط کارای این شرکت‌های بین تمامی بخش‌های زنجیره تأمینشان یعنی تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشی محصولات فاسدشدنی در سال مالی موردمطالعه پژوهش می‌باشد.

رتبه‌بندی واحدهای کارا با روش اندرسون-پیترسون صورت گرفت و در آن واحدهای کارا رتبه‌بندی شدند که کاراترین زنجیره تأمین DMU3 و زنجیره تأمین شرکت‌های DMU7، DMU2 و DMU4 در رده‌های بعدی قرار گرفتند.

با توجه به مدل و نتایج پژوهش موضوعات زیر برای تحقیقات آینده پیشنهاد می‌گردد:

- با توجه به اینکه بیشترین ناکارایی به مرحله اول مدل مرتبط بود، پیشنهاد می‌گردد در زمینه تأمین مواد اولیه و حمل‌ونقل توجه بیشتری گردد، یا شاخص‌های ورودی متفاوتی انتخاب شوند.
- تأمین مواد اولیه کارخانجات از بزرگ‌ترین چالش‌های این پژوهش بود که ناکارایی مرحله اول این امر را نشان می‌دهد، پیشنهاد می‌گردد مدل‌سازی مستقل در راستای تأمین مواد اولیه صنایع غذایی انجام شود.
- بیشترین ناکارایی مرحله چهارم مدل به‌خاطر توجه کم به بُعد اجتماعی در توسعه پایدار است، پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی در زمینه بُعد اجتماعی به شاخص‌هایی مثل رضایت و انگیزه، توانمندسازی، احترام و اعتماد متقابل، تعهد اجتماعی، ایجاد شرایط کاری مناسب، بهداشت و ایمنی کارگران بیشتر توجه شود.
- برای ناکارایی مرحله دوم (تولیدکنندگان)، پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی به راهکارهای افزایش تازگی مواد اولیه و عمر محصولات فاسدشدنی بیشتر توجه شود.
- برای ناکارایی مرحله سوم (توزیع‌کنندگان)، پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی به مدل‌سازی و طراحی سیستم‌های توزیع نوآورانه و مسیریابی محصولات فاسدشدنی بیشتر توجه شود.
- اجرای مجدد مدل نهایی پژوهش در شرایط بعد کرونا و با در نظر گرفتن و بررسی تأثیر ویروس کرونا در متغیرهای ورودی و خروجی مدل پژوهش می‌تواند نتایج متفاوتی ارائه دهد.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

ORCID

Shahryar Marzban https://orcid.org/0000-0001-5348-6356

Morteza Shafiee https://orcid.org/0000-0003-2926-4168

Mohammad Reza Mozaffari https://orcid.org/0000-0003-3160-271X

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

References

1. Arkajyoti De, Surya PrakashSingh, (2020),Analysis of fuzzy applications in the agri-supply chain: A literature review, *Journal of Cleaner Production, Available online 8 October 2020*, 124577, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124577
2. Ahmed Mohammed, QianWang, (2017), The fuzzy multi-objective distribution planner for a green meat supply chain, *International Journal of Production Economics*, Volume 184, February 2017, Pages 47-58, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.11.016
3. Bastas Ali, Liyanage Kapila, (2018), Sustainable supply chain quality management: A systematic review, *Journal of Cleaner Production* 181 (2018) 726e744, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.110
4. Biuki Mehdi, Abolfazl Kazemi, Alireza Alinezhad, (2020), An integrated location-routing-inventory model for sustainable design of a perishable products supply chain network, *Journal of Cleaner Production*, Volume 260, 1 July 2020, 120842, https://doi.org/10.1016/
5. Babaee Erfan. serhan Nadi, (2022), Integrated design of sustainable supply chain and transportation network using a fuzzy bi-level decision support system for perishable products, Expert Systems with Applications, Volume 195, 1 June 2022, 116628, https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116628
6. C.L. Martins, M.V. Pato, (2019), Supply chain sustainability: A tertiary literature review, *Journal of Cleaner Production*, Volume 225, Issue 5, 2019, Pages 995-1016, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019 .03.250
7. Chen Shuo, Berretta Regina, Clark Alistair, Moscato Pablo, (2019), Lot Sizing and Scheduling for Perishable Food Products: A Review, *Reference Module in Food Science*, https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21444-3
8. Das Kanchan, (2018), Integrating lean systems in the design of a sustainable supply chain model, I*nternational Journal of Production Economics* 198 (2018) 177–190, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.01.003
9. Dafne O.C. Morais, Bruno S. Silvestre, (2018), Advancing Social Sustainability in Supply Chain Management: Lessons from Multiple Case Studies in an Emerging Economy, *Journal of Cleaner Production*, JCLP 13551, 09 July 2018, S0959-6526(18)32070-5, DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.07.097
10. Foroozesh. n, Karimi. b, Mousavi s.m, (2022), Green-resilient supply chain network design for perishable products considering route risk and horizontal collaboration under robust interval-valued type-2 fuzzy uncertainty: A case study in food industry, *Journal of Environmental Management*, Volume 307, 1 April 2022, 114470, https://doi.org/

10.1016/
11. FAO. (2012).*Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems*. Rome: Natural Resources Management and Environment Department.
12. Giang N. T. Nguyen, Tapan Sarker, (2018), Sustainable coffee supply chain management: a case study in Buon Me Thuot City, Daklak, Vietnam, *Nguyen and Sarker International Journal of Corporate Social Responsibility*, DOI 10.1186/s40991-017-0024-x
13. Gómez-Luciano Cristino Alberto, Félix Rafael Rondón Domínguez, Fernando González-Andrés, Beatriz Urbano López De Meneses, (2018), Sustainable supply chain management: contributions of supplies markets, *Journal of Cleaner Production, JCLP 12180, 20 February* 2018, S0959-6526(18)30563-8, DOI: 10.1016/j.jclepro. 2018.02.233
14. Hashemi amiri Omid, ghorbani fahimeh, ji ran, (2023), Integrated supplier selection, scheduling, and routing problem for perishable product supply chain: A distributionally robust approach, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 175, January 2023, 108845, https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108845
15. Jouzdani Javid, Govindan Kannan, (2020), On the sustainable perishable food supply chain network design: A dairy products case to achieve sustainable development goals, *Journal of Cleaner Production*, Available online 16 July 2020, 123060, https://doi.org/10.1016/
16. Jia Fu, Sujie Peng, Green Jonathan, Koh Lenny, Chen Xiaowei, (2020). Soybean supply chain management and sustainability: A systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, Volume 255, 10 May 2020, 120254. https://doi.org/10.1016/
17. Jia Fu, Zuluaga Laura, Bailey Adrian, Rueda Ximena, (2018), Sustainable supply chain management in developing countries: An analysis of the literature, *Journal of Cleaner Production*, JCLP 12506, 23 March 2018, S0959-6526(18)30925-9, DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.03.248
18. Jadhav Akshay, Stuart Orr, Mohsin Malik, (2018), The role of supply chain orientation in achieving supply chain sustainability, *International Journal of Production Economics* 0925-5273, 29 July 2018, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.031
19. Janssen Larissa, Claus Thorsten, Sauer Jürgen, (2016), Literature review of deteriorating inventory models by key topics from 2012 to 2015, *International Journal of Production Economics*, Volume 182, December 2016, Pages 86-112, https://doi.org/10.1016/
20. Krishnan Ramesh, Agarwal Renu, Bajada Christopher, K.Arshinder, (2020),Redesigning a food supply chain for environmental sustainability – An analysis of resource use and recovery, *Journal of Cleaner Production*, Volume 242, 1 January 2020, 118374.

https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118374

21. Kamble Sachin.S, Angappa Gunasekaran, Shradha A.Gawankar, (2019), Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications, *International Journal of Production Economics*, Volume 219, January 2020, Pages 179-194, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.05.022
22. Khodakarami Mohsen, Amir Shabani, Reza Farzipoor Saen, Majid Azadi, (2015), Developing distinctive two-stage data envelopment analysis models: An application in evaluating the sustainability of supply chain management, *Measurement*, Volume 70, Pages 67-74, http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2015.03.024
23. Kaasgari Maryam Akbari, Imani Din Mohammad, Mahmoodjanloo Mehdi, (2016), Optimizing a Vendor Managed Inventory (VMI) Supply Chain for Perishable Products by Considering Discount: Two Calibrated Meta-heuristic Algorithms, *Computers & Industrial Engineering*, Received Date: 3 June 2016, CAIE 4529, 12 November 2016, S0360-8352(16)30429-6, DOI: http://dx.doi.org/10.1016 /j.cie.2016.11.013
24. Koseli Ilker, soysal Mehmet, cimen Mustafa, (2023), Optimizing food logistics through a stochastic inventory routing problem under energy, waste and workforce concerns, *Journal of Cleaner Production*, Volume 389, 20 February 2023, 136094, https://doi.org/10.1016/
25. Krishnan Ramesh, Agarwal Renu, Bajada Christopher, K.Arshinder, (2020),Redesigning a food supply chain for environmental sustainability – An analysis of resource use and recovery, *Journal of Cleaner Production*, Volume 242, 1 January 2020, 118374. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118374
26. LeandroC.Coelho, Gilbert Laporte, (2014), Optimal Joint Replenishment,delivery and inventory management policies for perishable products, *Computers &OperationsResearch47*(2014)42–52, http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2014.01.013
27. Michael Bourlakis, George Maglaras, Emel Aktas, David Gallear, Christos Fotopoulos. (2014) Firm size and sustainable performance in food supply chains: Insights from Greek SMEs', *International Journal of Production Economics*, Volume 152, June 2014, Pages 112-130. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.12.029
28. Mores Giana de Vargas, Caroline Pauletto Spanhol Finocchio, Rodrigo Barichello, Eugenio Avila Pedrozo, (2018), Sustainability and innovation in the Brazilian supply chain of green plastic, *Journal of Cleaner Production* 177 (2018) 12e18, https://doi.org/10.1016/
29. Mani Venkatesh a, Gunasekaran Angappa, (2018), Four forces of supply chain social sustainability adoption in emerging economies,

International Journal of Production Economics 199 (2018) 150–161, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.02.015

30. Mathivathanana Deepak, Kannan Devika, A. Noorul Haq, (2017), Sustainable supply chain management practices in Indian automotiveindustry: A multi-stakeholder view, Resources, *Conservation and Recycling* xxx (2017) xxx–xxx, http://dx.doi.org/ 10.1016/
31. Moreno-Camacho Carlos A, R.Montoya-Torres Jairo, Jaegler Anicia, Gondran Natacha, (2019). Sustainability metrics for real case applications of the supply chain network design problem: A systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, Volume 231, 10 September 2019, Pages 600-618. https://doi.org/10.1016 /j.jclepro.2019.05.278
32. Mathivathanana Deepak, Kannan Devika, A. Noorul Haq, (2017), Sustainable supply chain management practices in Indian automotiveindustry: A multi-stakeholder view, *Resources, Conservation and Recycling* xxx (2017) xxx–xxx, http://dx.doi.org/ 10.1016/
33. Mirmajlesi Seyed Reza, Shafaei Rasoul, (2016), An integrated approach to solve a robust forward/reverse supply chain for short lifetime products, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 97, July 2016, Pages 222-239, https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.05.015
34. M.A.H. van Elzakkera, E. Zondervana, N.B. Raikar, H. Hoogland, I.E. Grossmannc, (2014), Optimizing the tactical planning in the Fast Moving Consumer Goodsindustry considering shelf-life restrictions, *Computers and Chemical Engineering* 66 (2014) 98–109, http://dx.doi.org/10.1016/j.compchemeng.2014.01.020
35. Nasiri Mohammad mahdi, miusavi Hossein, nosrati saeede, (2023), A green location-inventory-routing optimization model with simultaneous pickup and delivery under disruption risks, *Decision Analytics Journal*, Volume 6, March 2023, 100161, https://doi.org/10.1016/ j.dajour.2023.100161
36. Paciarotti Claudia, Torregiani Francesco, (2021), The logistics of the short food supply chain: A literature review, *Sustainable Production and Consumption*, Volume 26, April 2021, Pages 428-442, https://doi.org/ 10.1016/j.spc.2020.10.002
37. Raj Alok, Indranil Biswas, Samir K. Srivastava, (2018), Designing supply contracts for the sustainable supply chain using game theory, *Journal of Cleaner Production*, JCLP 1230, 5 March 2018, S0959-6526(18)30697-8, DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.03.046
38. Roy Vivek, Schoenherr Tobias, Charan Parikshit, (2018), The thematic landscape of literature in sustainable supply chain management

(SSCM): A review of the principal facets in SSCM development, *International Journal of Operations & Production Management*, 24 February 2018, https://doi.org/10.1108/IJOPM-05-2017-0260

39. Ramezanian Reza, Behboodi Zahra, (2017), *Blood supply chain network design under uncertainties in supply and demand considering social aspects*, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 104, August 2017, Pages 69-82, https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.06.004
40. Santos Andreia, Ana Carvalho, Ana PaulaBarbosa, Póvoa AlexandraMarques, Pedro Amorim, (2019), Assessment and optimization of sustainable forest wood supply chains – A systematic literature review, *Forest Policy and Economics*, Volume 105, August 2019, Pages 112-135. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.026
41. Sinha Amit Kumar, Anand Ankush, (2020), Optimizing supply chain network for perishable products using improved bacteria foraging algorithm, *Applied Soft Computing*, Volume 86, January 2020, 105921, https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105921
42. Salehi Amiri. seyed Amir Hossein, Ali Zahedi Morteza Kazemia, Javad Soroora, Mostafa Hajiaghaei-Keshtel, (2020),Determination of the optimal sales level of perishable goods in a two-echelon supply chain network, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 139, January 2020, 106156, https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106156
43. Sebatjane Makoena, Adetunji Olufemi, (2020), Optimal lot-sizing and shipment decisions in a three-echelon supply chain for growing items with inventory level- and expiration date-dependent demand, *Applied Mathematical Modelling*, Volume 90, February 2021, Pages 1204-1225, https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.10.021
44. Sidhartha S. Padhi, Rupesh K. Pati, A. Rajeev, (2018), Framework for selecting sustainable supply chain processes and industries using an integrated approach, *Journal of Cleaner Production*, JCLP 12253, 28 February 2018, S0959-6526(18)30644-9, DOI: 10.1016/
45. Rohmer, S. U. K., J. C. Gerdessen, G. D. H. Claassen, (2019), Sustainable supply chain design in the food system with dietary considerations: A multi-objective analysis, *European Journal of Operational Research*, Volume 273, Issue 3, 16 March 2019, Pages 1149-1164, https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.09.006
46. Saavedra M. Ricardo M., Cristiano Hora de O. Fontes, Francisco Gaudêncio M. Freires, (2018), Sustainable and renewable energy supply chain: A system dynamics overview, R*enewable and Sustainable Energy Reviews* 82 (2018) 247–259, http://dx.doi.org/10.1016/
47. Shafiee. M, Ghotbi. M, (2020), The performance measurement of supply

chain with network DEA, *International Journal of Data Envelopment Analysis*, Vol. 8, No. 3, Year 2020 Article ID IJDEA-00422, 10 pages, Research Article, https://ijdea.srbiau.ac.ir/article_17734.html

48. Shamsi Jamkhaneh A, Rahmani Perchklaei B, Hosseinzadeh Lotfi F, Hadji Molana S M. (2020) Measuring the Efficiency and Performance of the Supply Chain with a Three-Stage Structure using Network Data Envelopment Analysis. *jor*. 2020; 17 (4):99-116, http://jamlu.liau.ac.ir/article-1-1874-fa.html
49. Salehi Amiri. seyed Amir Hossein, Ali Zahedi Morteza Kazemia, Javad Soroora, Mostafa Hajiaghaei-Keshtel, (2020),Determination of the optimal sales level of perishable goods in a two-echelon supply chain network, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 139, January 2020, 106156, https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106156
50. Taghikhah Firouze, Alexey Voinov, Nagesh Shukla, Tatiana Filatova, Mikhail Anufriev, (2021), Integrated modeling of extended agro-food supply chains: A systems approach, *European Journal of Operational Research*, Volume 288, Issue 3, 1 February 2021, Pages 852-868, https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.06.036
51. TejaMalladi Krishna, Sowlati Taraneh, (2018), Sustainability aspects in Inventory Routing Problem: A review of new trends in the literature, *Journal of Cleaner Production*, Volume 197, Part 1, 1 October 2018, Pages 804-814, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.224
52. Wang Jing, Dai Jun, (2017), "Sustainable supply chain management practices and performance", *Industrial Management & Data*, 29 December 2017, https://doi.org/10.1108/
53. Wladimir E. Soto-Silva, Marcela C. González-Araya, Marcos A. Oliva-Fernández, Lluís M. Plà-Aragonés, (2017), Optimizing fresh food logistics for processing: Application for a large Chilean apple supply chain, *Computers and Electronics in Agriculture* 136 (2017) 42–57, http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2017.02.020
54. Xueli Ma, Shuyun Wang, Qingguo Bai, (2019), Coordination of production scheduling and vehicle routing problems for perishable food products, *Int. J. Internet Manufacturing and Services*, Vol. 6, No. 1, 2019
55. Yakovleva, N., Sarkis, J., & Sloan, T. (2011). Sustainable benchmarking of supply chains: the case of the food industry. *International Journal of Production Research*, 1297-1317.
56. Yavari Mohammad, Mohaddese Geraeli, (2019), Heuristic Method for Robust Optimization Model for Green Closed-Loop Supply Chain Network Design of Perishable Goods, Journ*al of Cleaner Production*, 26 March 2019, S0959-6526(19)30989-8, DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.279

57. Yousefi Saeed, Hadi Shabanpour, Ron Fisher, Reza Farzipoor Saen, (2016), Evaluating and ranking sustainable suppliers by robust dynamic data envelopment analysis, *Measurement*, Volume 83, Pages 72-85, http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2016.01.032
58. Zhang, Q., Shah, N., Wassick, J., Helling, R., Egerschot, P.V. (2014). Sustainable supply chain optimisation: An industrial case study. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 74, August 2014, Pages 68-83. https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.05.002

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد به این مقاله: مرزبان، شهریار.، شفیعی، مرتضی.، مظفری، محمدرضا. (۱۴۰۲). ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین پایدار محصولات فاسد شدنی در صنایع غذایی، *مطالعات مدیریت صنعتی*، ۲۱(۷۰)، ۱۷۳-۲۲۵.
DOI: 10.22054/jims.2023.69469.2806

Industrial Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.