Industrial Management Studies
Vol. 21, No.68, Spring 2023; P 1-34
jims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/jims.2022.68218.2793

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 26/12/2022
Received: 03/06/2022
eISSN: 2476-602X
ISSN: 2251/8029

Stackelberg Game Theory Model with Price and Shelf Space Dependent Demand under Revenue Sharing Contract

Mansureh Mohammadi — Master of Science, School of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

Mohammad Reza Gholamian * — Associate Professor, School of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

Abstract

This paper focuses on supply chain coordination under a revenue sharing contract. Demand plays a crucial role in modeling inventory systems, particularly in the retail industry where products need to be brought in and taken out of retail stores within specified timeframes. The question addressed is how to allocate shelf space effectively. Optimal shelf space allocation in retail significantly impacts product sales and profitability. The research demonstrates that by considering factors such as price, allocated shelf space, product brand image, and advertising, a new demand function can be developed. The study explores decentralized, centralized, and coordinated structures using a Stackelberg game model. The findings show that a revenue sharing contract leads to a win-win outcome in the supply chain. Additionally, a numerical example is provided to illustrate the model, and sensitivity analysis is performed on key parameters. The results highlight the significant impact of price elasticity on demand, emphasizing the need to pay close attention to this parameter in real-world applications.

Introduction

Coordinating manufacturers and retailers has always been a challenge in decentralized supply chains, as each member seeks individual profit. One practical mechanism for coordination is the revenue-sharing contract, where manufacturers set the wholesale price and retailers pay it. Additionally, retailers share a portion of their profits with manufacturers to incentivize

* Corresponding Author: **Gholamian@iust.ac.ir**
How to Cite: Mohammadi, M., Gholamian, M. R. (2023). Stackelberg Game Theory Model with Price and Shelf Space Dependent Demand under Revenue Sharing Contract, *Industrial Management Studies*, 21(68), 1-34.

participation in coordinated structures. However, the percentage must be chosen carefully to maximize the profits of both chain members compared to a decentralized structure. In today's competitive world, securing shelf space and determining optimal pricing, particularly in chain stores, has become increasingly intense. Companies can increase their profits by considering various factors that influence customer behavior. This study investigates how manufacturers and retailers in a supply chain leverage advertising and brand image to drive demand while setting prices and allocating shelf space for their products. This new model effectively captures the concept of competition in the market. On the other hand, in today's highly competitive business world, the competition to secure shelf space and determine pricing in department stores has intensified. Pricing and shelf space decisions are influenced by the demand within the supply chain. By considering various factors that impact customer behavior and incorporating them into the model, even though it introduces complexity and challenges in solving the model, the results become more realistic and enhance the model's effectiveness. Customers place great importance on accessing products at the right time and place, making optimal allocation of shelf space in stores and effective shelf space planning crucial steps towards improving and increasing sales in retail stores.

Materials and Methods

A two-echelon supply chain, comprising a manufacturer as the leader and a retailer as the follower, is the focus of this study, and Stackelberg game theory is applied to model and analyze this system. The investigated model considers decentralized, centralized, and coordinated structures. Through this research, various factors such as price, allocated shelf space, and the impact of product brand image and advertising are taken into account, leading to the development of a new demand function. The application of the Stackelberg game in the developed model demonstrates how a revenue sharing contract can result in a win-win outcome within the supply chain. Real-world performance analysis of the proposed models is conducted using a dataset from Golrang Holding Supply Chain Network and Ofogh Kourosh Chain Stores Company in Iran.

Discussion and Results

The proposed problem is modeled under three structures: (1) a decentralized structure where each member of the supply chain (SC) makes independent decisions to optimize its own profit, (2) a centralized structure where a central administrator maximizes the overall SC profit, and (3) a coordinated structure achieved through the design of a revenue-sharing contract. The revenue-sharing contract encourages SC members to transition from the decentralized structure to the centralized one. The results demonstrate that the use of the

revenue-sharing contract leads to the sum of retailer and manufacturer profits being equal to the total profit in the centralized structure, with each member achieving higher profit compared to the decentralized structure. Consequently, the revenue-sharing contract facilitates the coordination of the desired supply chain.

Conclusions

This research is based on a real-life case study in the retail industry. The findings of this study are applicable to various retail sectors, including dairy, protein, grocery, cosmetics, fresh fruits, vegetables, and more. Traditionally, price has been viewed as a revenue generation tool. However, it is now recognized that price plays a crucial role not only in generating revenue but also in ensuring customer satisfaction. Therefore, it is important to coordinate and align pricing decisions with factors related to customer management, such as brand image and advertising. The main objective of this research is to design a new model with a multiplicative demand function that considers factors such as price, shelf space, brand image, and advertising. Additionally, the implementation of a revenue-sharing contract has improved system performance. The developed models were solved using Mathematica software, and numerical examples were provided to demonstrate their real-world application and the solution method. The numerical examples revealed that the centralized and coordinated structures experienced price declines compared to the decentralized model, leading to increased profitability in these structures. Furthermore, sensitivity analysis was conducted on key model parameters, highlighting the significance of the price elasticity parameter on demand. This parameter should be given greater consideration in real-world applications. While the study focused on a supply chain structure involving one manufacturer and one retailer, future research can explore supply chains with multiple retailers. It is also possible to combine various supply chain coordination contracts or compare different coordination contracts with each other.

Keywords: Stackelberg Game, Shelf Space, Revenue Sharing Contract, Pricing, Supply Chain Coordination.

مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۳/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۵

ISSN: 2251/8029

eISSN: 2476-602X

مطالعات مدیریت صنعتی

سال بیست و یکم، شماره ۶۸، بهار ۱۴۰۲، ص ۱ تا ۳۴

jims.atu.ac.ir

DOI: 10.22054/jims.2022.68218.2793

مدل تئوری بازی استکلبرگ با تقاضای وابسته به قیمت و فضای قفسه تحت قرارداد تسهیم درآمد

منصوره محمدی کارشناس ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

محمدرضا غلامیان * دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

چکیده

این مقاله به یک مسئله هماهنگی زنجیره تأمین که تحت قرارداد تسهیم درآمد هماهنگ شده است، می‌پردازد. یکی از عواملی که در مدل‌سازی سیستم‌های موجودی بسیار تأثیرگذار است تقاضا می‌باشد. در صنعت خرده‌فروشی، شرکت‌ها موظف‌اند بر اساس قرارداد تعیین‌شده، کالاهایشان را در تاریخی معین وارد فروشگاه کرده و سپس در تاریخی معین از آن خارج کنند؛ بنابراین این موضوع مطرح است که بیشترین فضای قفسه به کدام محصولات اختصاص پیدا می‌کند. تخصیص بهینه فضای قفسه‌ها در صنعت خرده‌فروشی نقش مهمی بر فروش کالاها و سود فروشگاه دارد. علاوه بر این، با کمک تغییر قیمت نیز می‌توان تقاضا را کنترل کرد؛ بنابراین چنانکه در این تحقیق نشان داده شده است، در نظر گرفتن عوامل مختلفی چون قیمت، فضای قفسه تخصیص داده‌شده و اثر تصویر برند محصول و تبلیغات بر تقاضا، منجر به ایجاد تابع تقاضای جدیدی می‌شود. بر این اساس، مدل‌سازی در هر سه حالت غیرمتمرکز، متمرکز و هماهنگ انجام شده است. در مدل موردبررسی از بازی استکلبرگ استفاده‌شده و نشان داده شده است که قرارداد تسهیم درآمد چطور منجر به نتیجه برد–برد در زنجیره تأمین می‌شود. درنهایت برای شفاف‌سازی مدل مثال عددی ارائه شده است و تحلیل حساسیت روی برخی از پارامترهای اثرگذار مدل انجام شده است. به‌علاوه، نتایج تحلیل حساسیت نشان داد مدل نسبت به پارامتر کشش قیمت روی تقاضا، حساسیت بیشتری دارد و این پارامتر در عمل باید بیشتر موردتوجه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: بازی استکلبرگ، فضای قفسه، قرارداد تسهیم درآمد، قیمت‌گذاری، هماهنگی زنجیره تأمین.

* نویسنده مسئول: Gholamian@iust.ac.ir

مقدمه

هماهنگ‌سازی تولیدکننده و خرده‌فروش همواره مسئله‌ای چالشی برای زنجیره تأمین‌های غیرمتمرکز بوده است که درآن ها هر عضو زنجیره به‌طور مستقل سود مربوط به خود را افزایش می‌دهد. به‌کارگیری قراردادها برای دستیابی به این هماهنگی پیشینه طولانی در پژوهش‌های علمی و کسب‌وکارهای عملی در دنیای واقعی دارد. یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین مکانیسم‌های هماهنگی قرارداد تسهیم درآمد است. به اشتراک‌گذاری درآمد یکی از روش‌های مؤثر برای بهبود فرآیندهای مالی یک شرکت است که در قرارداد تسهیم درآمد این اتفاق می‌افتد. در این قرارداد قیمت عمده‌فروشی توسط تولیدکننده تعیین می‌شود. خرده‌فروش به تولیدکننده کالا، علاوه بر هزینه‌های مربوط به هر واحد خریداری‌شده، درصدی از درآمد خود را نیز می‌دهد تا تولیدکننده را ترغیب کند که در ساختار هماهنگ شرکت کند. این درصد که درصد ثابتی از درآمد کل زنجیره می‌باشد توسط خرده‌فروش تعیین می‌شود و باید به‌گونه‌ای متعادل تعیین شود که نه خیلی کم باشد که به ضرر تولیدکننده شود و نه خیلی زیاد باشد که به برای خرده‌فروش ضرر داشته باشد.

از طرفی، این روزها، در دنیای تجارت رقابتی، رقابت برای تعیین فضای قفسه و قیمت در فروشگاه‌های بزرگ، نسبت به گذشته بسیار شدیدتر شده است. تصمیم‌گیری در مورد قیمت‌گذاری و فضای قفسه تحت تأثیر تقاضای زنجیره تأمین است. توجه به عوامل مختلف تأثیرگذار در رفتار مشتری و استفاده از آن‌ها در مدل، با اینکه پیچیدگی‌های زیادی در مدل ایجاد کرده و حل آن را دشوار می‌کند ولی موجب می‌شود نتایج حاصل به واقعیت نزدیک‌تر شده و کارایی مدل افزایش یابد. ازآنجایی‌که دسترسی به محصولات در زمان و مکان مناسب برای مشتریان بسیار اهمیت دارد، تخصیص بهینه فضای قفسه موجود در فروشگاه‌ها و برنامه‌ریزی برای این فضای قفسه می‌تواند گام مهمی به سمت بهبود و افزایش فروش فروشگاه‌های خرده‌فروشی باشد. در این راستا باید بدانیم یکی از علت‌های تخفیف زدن محصول این است که شرکت‌ها موظف هستند بر اساس قرارداد تعیین‌شده، جنس‌هایشان را بر اساس تاریخی معین وارد فروشگاه کرده و سپس در تاریخی معین از آن خارج کنند. مثلاً

آن‌ها سه ماه وقت دارند تا با فروش محصول، قفسه‌های فروشگاه را خالی کنند. پس‌ازاین سه ماه یا باید هزینه قفسه اشغال‌شده را پرداخت کنند یا باید آن را خالی کنند. شرکت برای اینکه مجبور به پرداخت هزینه اضافی بابت قفسه نباشد، نزدیک به زمان موعود برای خالی کردن قفسه‌ها از محصولاتش، به محصولات باقی‌مانده تخفیف ارائه می‌دهد تا زودتر به فروش برسند. در این حالت نیز استراتژی تخفیف شرکت در مورد آن محصول خاص موفق عمل کرده و توانسته محصولش را قبل از رسیدن به هزینه‌های مربوط به قفسه به فروش برساند. قیمت‌گذاری ابزاری مهم در مدیریت اشتراک درآمد به‌حساب می‌آید. شرکت‌ها برای پیشی گرفتن از رقبا، کاهش هزینه‌ها و کنترل نوسانات تقاضا، قیمت‌ها را تغییر می‌دهند. یک راه برای داشتن سهم بیشتری از فضای قفسه، استفاده از تبلیغات است درواقع تولیدکننده می‌تواند برای بهتر کردن تصویر برند خود از تبلیغات استفاده کند. در این پژوهش به این موضوع پرداخته می‌شود که چطور تولیدکننده و خرده‌فروش در یک زنجیره تأمین، ضمن اینکه قیمت و اندازه فضای قفسه کالاهای خود را تعیین می‌کنند، از اثر تبلیغات و تصویر برند نیز برای افزایش تقاضا استفاده می‌کنند. با ارائه این مدل جدید، مفهوم رقابت در بازار به‌خوبی بیان می‌شود. این تحقیق از شش بخش تشکیل شده است. در بخش دوم مقاله مرور ادبیات مربوط به قرارداد هماهنگی تسهیم درآمد موردبررسی قرار گرفت می‌گیرد. در بخش سوم به معرفی نمادها و فرضیات مدل و در بخش چهارم به مدل‌سازی مسئله و بررسی رویکرد متمرکز و رویکرد هماهنگ با استفاده از قرارداد تسهیم درآمد، در زنجیره تأمین پرداخته شده است. در بخش پنجم تحلیل حساسیت و مثال عددی مربوط به مسئله در دنیای واقعی بررسی شده است و سرانجام در بخش ششم به نتیجه‌گیری پرداخته شد.

پیشینه پژوهش

برقراری هماهنگی میان اعضای یک زنجیره تأمین استراتژی مفیدی جهت کسب مزیت رقابتی است. در این پژوهش از قرارداد هماهنگی تسهیم درآمد استفاده شده است. به اشتراک‌گذاری درآمد همواره یکی از روش‌های مؤثر برای بهبود فرآیندهای مالی یک شرکت بوده است که در قرارداد تسهیم درآمد این اتفاق می‌افتد. به این صورت که

تولیدکننده کالا را با قیمت عمده‌فروشی پایین‌تر به خرده‌فروش ارائه می‌کند و خرده‌فروش هم بخشی از درآمد حاصل از فروش کالا را با تولیدکننده به اشتراک می‌گذارد. در این بخش به‌مرور مطالعات پیشین در این زمینه پرداخته شده است. اسمعیلی و کشفیان اهر (۱۳۹۸) در مقاله خود تأثیر قرارداد تسهیم درآمد را در به اشتراک‌گذاری اطلاعات و همچنین نشت اطلاعات، برای زنجیره تأمینی با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش رقیب بررسی می‌کند. نوآوری این مقاله آن است که هم‌زمان دو مسئله نشت اطلاعات و تحریف اطلاعات و همچنین اثرات این دو مورد را بر روی یکدیگر موردبررسی قرار داده است. Pan et al. (2011) در مطالعه خود، ابتدا یک زنجیره تأمین با دو تولیدکننده و یک خرده‌فروش را بررسی کردند که هر یک از تولیدکننده‌ها می‌توانند قرارداد تسهیم درآمد یا قیمت عمده‌فروشی را با خرده‌فروش انتخاب کنند و عملکرد این دو قرارداد را با یکدیگر مقایسه کردند. سپس زنجیره تأمینی با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش در نظر گرفتند و در این حالت نیز عملکرد دو قرارداد را موردبررسی قرار دادند. Guan and Zhao (2010) بر اساس سیاست پیوسته (r, Q) به بررسی قراردادهایی برای برنامه مدیریت موجودی فروشنده می‌پردازند. آن‌ها یک قرارداد تسهیم درآمد برای فروشنده و یک قرارداد جدید تحت عنوان امتیاز[1] برای خرده‌فروش طراحی شده است.

Chen et al. (2011) اولین تلاش برای در نظر گرفتن اثر مشترک قیمت و فضای قفسه روی تقاضا درطراحی قرارداد تسهیم درآمد است. خرده‌فروش درصد تسهیم درآمد را تعیین می‌کند و بالادستی قیمت خرده‌فروشی و سایز فضای قفسه را تعیین می‌کند. همچنین یک طرح تقسیم سود پیشنهاد می‌دهد که منجر به بهبود پارتو در بین شرکت‌کنندگان کانال می‌شود. Chen and Wei (2014) سه قرارداد، قیمت به‌تنهایی[2]، تسهیم درآمد و قرارداد تسهیم درآمد به همراه تخفیف خطی و پرداخت جانبی[3]، تحت سیستم‌های مدیریت موجودی خرده‌فروش (RMI) و مدیریت موجودی فروشنده (VMI) برای هماهنگی زنجیره،

1. Franchising
2. price-only
3. revenue-sharing plus linear rebate and side-payment

تهیه کردند. Sarker (2014) از قرارداد محموله و تسهیم درآمد در کنار سیاست VMI استفاده کرده و بیان می‌کند که قیمت و به اشتراک‌گذاری درآمد نقش مهمی در کنترل فرآیندهای تصمیم‌گیری در قرارداد محموله دارند. وی در تحقیق خود بر دسته‌بندی مدل‌های مختلف از منظر پیکربندی ساختاری سیستم‌ها، سیاست‌های عملیاتی، تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های زیر سیستم، اندازه‌گیری هزینه و سود و چندین معیار استاندارد دیگر که در مدیریت موجودی مورداستفاده قرار می‌گیرند، تمرکز دارد. ایشان دیدگاه‌های مقایسه‌ای مدل‌های مختلف، اعم از کاربردهای عملی تا مبانی نظری را مورداشاره قرار دادند. همچنین برای درک عملیاتی سیاست‌های حمل‌ونقل مختلف که از محصول به محصول دیگر و سیستم به سیستم دیگر متفاوت است، یک بررسی جامع از مدل‌ها و تحلیل‌های مربوط به آن‌ها انجام دادند. Chakraborty et al. (2015) به بررسی هماهنگی در دو کانال زنجیره تأمین با دو تولیدکننده و یک خرده‌فروش مشترک پرداختند. محصول تولیدی توسط تولیدکنندگان دو برند متفاوت و کاملاً جانشین با یکدیگر هستند. آن‌ها از قراردادهای هماهنگی تسهیم درآمد و قیمت عمده‌فروشی استفاده کردند. در این تحقیق فرم تابع تقاضا خطی است و وابسته به قیمت خرده‌فروشی و شدت رقابت بین برندها در قیمت خرده‌فروشی می‌باشد. Feng et al. (2015) یک زنجیره تأمین دوسطحی با بودجه محدود، زمانی که بازار مالی در دسترس نیست را بررسی کردند. آن‌ها ابتدا قراردادهای تسهیم درآمد و بازپرداخت[1] را به‌تنهایی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که این قراردادها عملکرد خوبی در هماهنگ‌سازی زنجیره تأمین موردبررسی ندارند. سپس این دو قرارداد را ترکیب کردند و نشان دادند که ترکیب قراردادهای تسهیم درآمد و بازپرداخت در هماهنگ‌سازی زنجیره تأمین بسیار مؤثر است. همچنین آن‌ها به این نتیجه رسیدند که این قرارداد ترکیبی نسبت به استفاده جداگانه از قراردادهای تسهیم درآمد و بازپرداخت هزینه اجرایی کمتری نیز دارد. Lim et al. (2016)، یک خرده‌فروش با ظرفیت ذخیره‌سازی محدود در نظر گرفتند که تعداد زیادی محصول مستقل را به چندین تولیدکننده می‌فروشد. در این تحقیق یک قرارداد

1. Buyback

محموله[1] بر پایه قرارداد تسهیم درآمد توسط خرده‌فروش پیشنهاد می‌شود. آن‌ها با نادیده گرفتن اثر متقابل قیمت خرده‌فروشی بر تقاضا، دریافتند که ساختار بهینه برای خرده‌فروش در بیشتر مواقع به این صورت است که هزینه ذخیره‌سازی را دریافت نکند. مشرقی و امین ناصری (۱۳۹۴) در مقاله خود سیاست‌های سفارش دهی و قیمت‌گذاری را با استفاده از قراردادهای اشتراک درآمد و بازخرید، در شرایط نامعینی تقاضا، تعیین می‌کنند. نتایج مقاله نشان داد که قرارداد اشتراک درآمد در ایجاد هماهنگی با بهینه‌سازی توأم به‌صورت نظری از قرارداد بازخرید بهتر عمل کرده می‌کند. Arani et al. (2016) یک قرارداد ترکیبی تسهیم درآمد و اختیار معامله اروپایی[2] را برای هماهنگی زنجیره تأمین معرفی کردند. آن‌ها این دو مکانیسم را برای پوشش نواقص قراردادهای کلاسیک ترکیب کردند. قرارداد اختیار، سود زنجیره را افزایش می‌دهد و قرارداد تسهیم درآمد تأثیرات حاشیه مضاعف را کاهش می‌دهد. قرارداد ترکیبی پیشنهادشده بر اساس نظریه بازی‌ها، برای دستیابی به مقدار سفارش خرده‌فروش و مقدار تولید مربوط به تولیدکننده در تعادل تنش مدل‌سازی شده است. Cai et al. (2017) با به‌کارگیری قرارداد تسهیم درآمد و کمک مالی تأمین‌کننده در زنجیره تامین-توزیع، هماهنگی ایجاد کردند. آن‌ها یک بازی پویا تحت قرارداد تسهیم درآمد توسعه دادند و همچنین سه قرارداد کمک مالی انعطاف‌پذیر توسعه دادند: ۱) کمک مالی به تمام کالاهای اضافی ۲) کمک مالی به موجودی که بیشتر از سطح هدف است و فروخته نشده است. ۳) کمک مالی به موجودی که بیشتر از سطح هدف است بدون توجه به اینکه فروخته‌شده یا نشده است. قرارداد ارائه‌شده، می‌تواند به‌طور بهینه زنجیره تأمینی را که تحت VMI عمل می‌کند و به سطح سرویس حساس است را هماهنگ کند. Rasay and Zare-Mehrjerdi (2017) یک مدل غیرخطی بر اساس تئوری استکلبرگ ارائه دادند و قراردادهای تسهیم درآمد و قیمت عمده‌فروشی را به کار گرفتند. آن‌ها ابتدا فرض کردند که ارتباط بین تولیدکننده و خرده‌فروش بر اساس قرارداد قیمت عمده‌فروشی است و سپس عملکرد سیستم را از طریق قرارداد تسهیم درآمد بهبود بخشیدند. آن‌ها نقطه‌ضعف قرارداد

1. consignment
2. European call option

تسهیم درآمد را موردبررسی قرار دادند و با اعمال برخی تغییرات یک راه‌حل عملی برای بهبود عملکرد قرارداد ارائه کردند. همچنین آن‌ها بر اساس تجزیه‌وتحلیل‌های عددی پیشنهاد کردند که برای جذب خرده‌فروشان به مشارکت در قرارداد تسهیم درآمد، فروشنده باید اطمینان حاصل کند که سود خرده‌فروش در مقایسه با قرارداد قیمت عمده‌فروشی درصدی افزایش می‌یابد و یا حداقل کاهش پیدا نمی‌کند. Phan et al. (2019) در تحقیق خود برای اولین بار سعی در بررسی مزایای قراردادهای تسهیم درآمد و تسهیم هزینه دارند و چهار قرارداد را که از ترکیب قراردادهای تسهیم درآمد و هزینه به دست می‌آیند را برای هماهنگ‌سازی کانال پیشنهاد می‌دهند و دریافتند که سه قرارداد اول نمی‌توانند کانال را هماهنگ کنند، درحالی‌که آخرین قرارداد منجر به هماهنگی کامل کانال می‌شود. مقاله Zhao et al. (2020) یک زنجیره تأمین شامل یک خرده‌فروش و دو تولیدکننده را در نظرمی گیرد که تولیدکنندگان محصولات خود را تحت قرارداد محموله، از طریق خرده‌فروش غالب به فروش می‌رسانند و نشان می‌دهد که همیشه برای خرده‌فروش مناسب است که هزینه قفسه را شارژ کند. علاوه براین برخلاف تحقیقات قبلی که اعلام می‌کنند سیستم غیرمتمرکز همیشه سود کمتری نسبت به سیستم متمرکز ایجاد می‌کند، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، هنگامی‌که اختلاف هزینه تولیدکنندگان زیاد باشد، سود غیرمتمرکز می‌تواند بالاتر از سود متمرکز باشد. Liu et al. (2020) در مقاله خود به مقایسه قراردادهای تسهیم درآمد و تسهیم هزینه پرداختند و بررسی کردند که کدام قرارداد برای ایجاد انگیزه در شرکت‌ها برای افزایش میزان سبز بودن محصول مؤثرتر است و برای آن‌ها سودآوری بیشتری نیز دارد. نتایج نشان داد که هنگامی‌که خرده‌فروش رهبر بازی استکلبرگ است قرارداد تسهیم هزینه موجب سبزتر شدن محصول می‌شود و هنگامی‌که تولیدکننده رهبر بازی استکلبرگ است قرارداد تسهیم درآمد مؤثرتر است. Dehghan-Bonari et al. (2021) در مقاله خود زنجیره تأمینی را موردبررسی قرار می‌دهند که یک خرده‌فروش و دو تأمین‌کننده دارد که شامل یک تأمین‌کننده سبز و یک تأمین‌کننده غیر سبز می‌باشد. آن‌ها دو نوع قرارداد اختیار خرید و تسهیم درآمد را ارائه می‌دهند. با مقایسه این دو قرارداد، مشخص شد که تأمین‌کننده سبز

می‌خواهد قرارداد اختیار خرید را ارائه دهد و خرده‌فروش می‌خواهد در ازای آن قرارداد اشتراک درآمد را بپذیرد. Wang et al. (2021) یک مدل هماهنگی انتشار کربن برای زنجیره تأمین برق، بر اساس مدل استکلبرگ با در نظر گرفتن محدودیت‌های سهمیه کربن ارائه دادند و یک قرارداد هماهنگی تسهیم درآمد بین اعضای زنجیره تأمین طراحی کردند. درنهایت سود و کاهش انتشار کربن در شرکت‌های استخراج زغال‌سنگ و تولید برق تحت قرارداد تسهیم درآمد تضمین شد. Zhou et al. (2022) تأثیر اعتماد بیش‌ازحد تولیدکنندگان بر تصمیمات زنجیره تأمین سبز، به‌ویژه تأثیر اعتماد بیش‌ازحد بر سبز بودن محصول، قیمت‌ها و سود را مطالعه کردند. اعتماد بیش‌ازحد یک رفتار رایج در قضاوت و تصمیم‌گیری است و همچنین تحت این شرایط اثربخشی قرارداد تسهیم درآمد را در هماهنگی زنجیره تأمین سبز بررسی نمودند.

با مرور مقالات مربوط به حوزه موردبررسی دریافتیم که اگرچه مقالات اندکی وجود داشتند که به تخصیص فضای قفسه اشاره کرده بودند ولی هیچ‌کدام از آن‌ها به این موضوع نپرداختند که هم اثر تصویر برند محصولات را در نظر بگیرند و هم تابع تقاضا را به فضای قفسه و قیمت وابسته کنند و در کنار آن اثر سیاست‌های تبلیغاتی را برای جذب مشتری در نظر بگیرند.

جدول ۱. مرور ادبیات

مقاله	متغیر تصمیم				فرم تابع تقاضا			مکانیسم هماهنگی			
	قیمت خرده‌فروشی	قیمت عمده‌فروشی	فضای قفسه	سایر	ضربی	جمعی	توانی	تسهیم درآمد	قیمت عمده‌فروشی	محموله	سایر قراردادها
Zhou et al. (2022)	*	*		میزان سبز بودن محصول		*		*			
Dehghan-Bonari et al. (2021)	*	*		مقدار سفارش		*		*			گزینه

مقاله	متغیر تصمیم				فرم تابع تقاضا			مکانیسم هماهنگی			
	قیمت خرده‌فروشی	قیمت عمده‌فروشی	فضای قفسه	سایر	ضربی	جمعی	توانی	تسهیم درآمد	قیمت عمده‌فروشی	محموله	سایر قراردادها
Wang et al. (2021)				مقدار سفارش، نرخ تسهیم درآمد		*		*			
Sarker (2014)				موجودی هدف تولیدکننده، نرخ تسهیم درآمد		*		*	*	*	
Rasay and Zare-Mehrjerdi (2017)	*	*		مقدار سفارش			*	*			
Phan et al. (2019)	*			سطح تلاش بازاریابی		*		*			اشتراک هزینه
Arani et al. (2016)				مقدار سفارش خرده‌فروش، مقدار تولید تأمین‌کننده		*		*			گزینه
Zhao et al. (2020)	*		*			*		*		*	
Lim et al. (2016)	*			نرخ تسهیم درآمد		*		*		*	
Liu et al. (2020)				نرخ تسهیم درآمد		*		*			اشتراک هزینه
Chakraborty et al. (2015)	*			ذخیره ایمنی		*		*	*		

مقاله	متغیر تصمیم				فرم تابع تقاضا			مکانیسم هماهنگی			
	قیمت خرده‌فروشی	قیمت عمده‌فروشی	فضای قفسه	سایر	ضربی	جمعی	توانی	تسهیم درآمد	قیمت عمده‌فروشی	محموله	سایر قراردادها
Cai et al. (2017)				مقدار سفارش، قیمت اختیار معامله		*		*			یارانه
تحقیق حاضر	*	*	*		*			*			

در جدول" ۱ " ابتدا به بررسی مقالات ازنظر سطح پرداختیم. ازنظر سطح تعداد مقالات دوسطحی بیشتر از مقالات سه سطحی است. سپس ازنظر ساختار زنجیره، تعداد تولیدکننده و خرده‌فروش موردبررسی قرار گرفت. همچنین مکانیسم مورداستفاده در مقالات موردبررسی قرار گرفت و نشان داده شد که هر یک از مقالات از کدام قرارداد هماهنگی زنجیره تأمین، برای هماهنگ کردن و افزایش سود زنجیره، بهره برده‌اند. در آخر، عملکرد تابع هدف مقالات، بررسی شد و نشان داده شده است که چه مقالاتی، در مدل خود ماکسیمم سازی و چه مقالاتی مینیمم سازی داشته‌اند.

روش[1]

در این تحقیق یک زنجیره تأمین دو سطحی شامل یک فروشنده و یک خرده‌فروش تحت قرارداد تسهیم درآمد، در نظر گرفته شده است. هدف از مدل ارائه‌شده در این مقاله، بهینه‌سازی هم‌زمان مسائل تخصیص فضای قفسه و قیمت‌گذاری در زنجیره تأمین با در نظرگرفتن اثر تصویر برند و تبلیغات بر روی تقاضای محصول است.

با توجه به ادبیات ذکرشده در حوزه موردبررسی دریافتیم ارائه یک مدل کاربردی که عوامل مختلف اثرگذار بر تابع تقاضا را در به‌طور هم‌زمان در نظر بگیرد، چندان موردتوجه قرار نگرفته بود. در اکثر مطالعات پیشین تقاضا بر اساس تعداد کالاهای نمایش داده‌شده

1. method

محاسبه و فرض می‌شد قفسه‌ها همواره پر نگه‌داشته می‌شوند. درواقع تأثیری که خالی شدن قفسه‌ها روی تقاضا دارد نادیده گرفته می‌شد؛ اما این نکته حائز اهمیت است که وقتی موجودی در قفسه شروع به کاهش می‌کند، تقاضا هم با یک نرخ افزایشی کاهش پیدا می‌کند (Bultez and Naert, 1988). همچنین زمانی که مصرف‌کنندگان برای خرید زمان کمی دارند و یا مشغول خرید جامع اقلام موردنیازشان هستند جلوه‌های فضای قفسه در خریدوفروش فروشگاه بسیار اهمیت پیدا می‌کند. هنگامی‌که فضای قفسه بیشتری به یک کالا تخصیص پیدا می‌کند، بیشتر انتخاب می‌شود. چراکه نمایش فضای قفسه نقش مهمی در جلب‌توجه مشتری داشته و به‌عنوان نشانه‌ای برای ساده‌سازی تصمیمات مشتریان عمل می‌کند. همچنین یافته‌های ما نشان می‌دهد که اگرچه مقالات اندکی وجود داشتند که به تخصیص فضای قفسه اشاره کرده بودند ولی هیچ‌کدام از آن‌ها به این موضوع نپرداختند که هم اثر تصویر برند محصولات را در نظر بگیرند و هم تابع تقاضا را به فضای قفسه و قیمت وابسته کنند و در کنار آن اثر سیاست‌های تبلیغاتی را برای جذب مشتری به‌کارگیرند. تابع تقاضا به‌صورت یک تابع ضربی که شامل ضرب دو کروشه می‌باشد، در نظر گرفته شده است. کروشه اول در تابع تقاضا، شامل تقاضای خام و یک تقاضای پایه است که وابسته به قیمت و فضای قفسه است. در این کروشه از پارامترهای d و h که به ترتیب ضریب تأثیر قیمت و ضریب تأثیر فضای قفسه هستند، استفاده شده است. کروشه دوم نشان دهنده اثر تصویر برند و تبلیغات بر تقاضای محصول است. در کروشه دوم از پارامترهای G و A استفاده شده که به ترتیب درصد تأثیر تصویر برند و درصد تأثیر تبلیغات بر افزایش تقاضا می‌باشند. پارامتری تحت عنوان α نیز تأثیر تلاش‌های تبلیغاتی تولیدکننده را بر روی تصویر برند نشان می‌دهد. در این مسئله ابتدا زنجیره تأمین را در حالت غیرمتمرکز بررسی می‌کنیم. سپس حالت متمرکز و در آخر زنجیره تأمین در حالت هماهنگ با استفاده از قرارداد تسهیم درآمد موردبررسی قرار می‌گیرد.

مفروضات مسئله

- زنجیره تأمین موردنظر دوسطحی و شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش است.

- نرخ تقاضا برای خرده‌فروش تابعی کاهشی از قیمت و افزایشی از فضای قفسه فرض می‌شود.
- ظرفیت انبار فروشنده برای نگهداری محصول نامحدود فرض می‌شود.
- ضریب اشتراک سود در قرارداد تسهیم درآمد که نسبت نرخ سود خرده‌فروشان که باید به فروشنده پرداخت شود است، بین صفر ویک می‌باشد. $0 < \lambda < 1$
- تمام پارامترهای استفاده‌شده در مدل به‌صورت اعداد ثابت و قطعی می‌باشند.
- مدل موجودی تک دوره‌ای و تک‌محصولی است.
- کمبود مجاز نمی‌باشد.

نمادهای مسئله

در این بخش متغیرهای تصمیم و پارامترها به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

متغیرهای تصمیم	
s	تعداد فضای قفسه تخصیص داده‌شده
p	قیمت خرده‌فروشی
w	قیمت عمده‌فروشی
پارامترها	
a	اثر کوتاه‌مدت فضای قفسه بر فروش
b	اثر طولانی‌مدت فضای قفسه بر فروش
G	تصویر برند
σ	ضریبی که درصد کاهش اثر تصویر برند را در طول زمان نشان می‌دهد
A	سرمایه‌گذاری‌های تبلیغاتی
α	پارامتر مثبتی که اثر تلاش‌های تبلیغاتی را بر تصویر برند نشان می‌دهد. ($\alpha \geq 0$)
λ	نسبت نرخ سود خرده‌فروش به فروشنده
c	هزینه تولید کالا توسط تولیدکننده
ε	هزینه نگهداری موجودی که توسط خرده‌فروش به فروشنده پرداخت می‌شود
f	تقاضای خام (پایه)
d	ضریب کشش قیمت روی تقاضا

h	ضریب کشش فضای قفسه روی تقاضا
π_c	سود متمرکز
π_r	سود خرده‌فروش
π_m	سود تولیدکننده

در ابتدا تابع تقاضا را تعریف می‌کنیم.

$$D(p,s) = [f - dp + hs][a(G + \alpha e^{-\sigma} A) - \frac{1}{2} bs] \quad (۱)$$

مطابق قانون تقاضا افزایش در قیمت یک کالا، مقدار تقاضا شده برای آن کالا را کاهش می‌دهد؛ بنابراین قیمت و تقاضا دو پارامتر وابسته به هم هستند که با یکدیگر رابطه عکس دارند. فضای قفسه تخصیص داده‌شده، یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار روی تقاضا می‌باشد. رابطه تقاضا با فضای قفسه رابطه مستقیم است. تابع تقاضای این پژوهش ترکیبی از تابع تقاضای مقاله Rasay and Zare-Mehrjerdi (2017) و تابع تقاضای مقاله Herran and Taboubi (2005) می‌باشد. در مقاله رسای و همکاران تقاضا یک تابع توانی (کاب–داگلاس) به فرم $D_i(p_i) = k_i p_i^{-e_i}$ معرفی شده است که تنها وابسته به قیمت می‌باشد و پارامتر e_i ضریب تأثیر قیمت تعریف شده است. در مقاله هرن و تابوبی تابع تقاضا وابسته به فضای قفسه و تصویر برند است. در این پژوهش تابع تقاضا را توسعه دادیم و آن را وابسته به قیمت و فضای قفسه در نظر گرفتیم و اثر تصویر برند و تبلیغات را نیز بر تقاضا در نظر گرفتیم. لذا تابع تقاضای ما ضربی و به‌صورت رابطه (۱) است. از تابع تقاضای ضربی استفاده کردیم چون تابع ضربی این خاصیت را دارد که با استفاده از آن می‌توان تعامل بین متغیرها را محاسبه کرد. در کروشه اول یک تقاضای خام و یک تقاضای پایه داریم که وابسته به قیمت و فضای قفسه است. d ضریب تأثیر قیمت و h ضریب تأثیر فضای قفسه است. قیمت در تابع تقاضا کاهنده و منفی است و به همین دلیل از منفی dp، استفاده شده است و همچنین تخصیص فضای قفسه در تابع تقاضا فزاینده و مثبت است و به همین جهت از مثبت hs، استفاده شده است. کروشه دوم نشان‌دهنده اثر تصویر برند و تبلیغات بر تقاضای محصول است. G

بیان‌کننده درصد تأثیر تصویر برند بر افزایش تقاضا می باشد که نشان می‌دهد وقتی محصولی در قالب یک برند خاص فروخته می‌شود، فروش آن محصول چند درصد افزایش خواهد یافت. A بیان‌کننده درصد تأثیر تبلیغات بر افزایش تقاضا می‌باشد که نشان می‌دهد وقتی تبلیغات برای یک محصول بیشتر باشد چند درصد درافزایش فروش آن محصول مؤثر است. a اثر کوتاه‌مدت فضای قفسه بر فروش و b اثر طولانی‌مدت فضای قفسه بر فروش است؛ بدین معنی که پر/خالی بودن فضای قفسه تا چه میزان بر بیشتر/کمتر شدن فروش تأثیر خواهد گذاشت. α نیز تأثیر تلاش‌های تبلیغاتی تولیدکننده را بر روی تصویر برند نشان می‌دهد. درعبارت اول کروشه دوم، اثر تصویر برند مثبت است زیرا طبق مقاله هرن و تابوبی اثر تصویر برند با تصمیم فضای قفسه تقویت می‌شود. همچنین در کوتاه‌مدت، فضای قفسه اثر حاشیه‌ای کاهنده بر فروش دارد و نشان می‌دهد که هر واحد اضافی اختصاص‌یافته به یک برند فروش اضافی کمتری نسبت به قبلی دارد، (Bultez and Naert, 1988). با افزایش تبلیغات و بهتر شدن تصویر برند تقاضای محصول افزایش می‌یابد.

مدل غیرمتمرکز

در ساختار غیرمتمرکز هر عضو زنجیره تأمین دارای اهداف مخصوص به خود هستند و به‌طور مستقل برای بهینه شدن عملکردشان تلاش می‌کنند و لذا به این حالت زنجیره تأمین غیرمتمرکز گفته می‌شود. در این حالت بین اعضای زنجیره برای افزایش سود و بهبود عملکرد تابع هدف رقابت وجود دارد. این رویکرد سیستم را به حالت بهینه محلی می‌کشاند. در مدل موردبررسی از بازی استکلبرگ استفاده شده است. تئوری استکلبرگ یک بازی راهبردی است که شامل دو بازیکن رهبر و پیرو می‌باشد. در این بازی ابتدا رهبر و سپس پیرو تصمیم‌گیری می‌کند. قابل‌ذکر است که در صنعت خرده‌فروشی به‌طورمعمول تولیدکننده رهبر بازی و خرده‌فروش پیرو می‌باشد. در این مقاله نیز با توجه به مورد مطالعاتی، تولیدکننده رهبر بازی استکلبرگ است و درباره قیمت عمده‌فروشی تصمیم می‌گیرد. خرده‌فروش پیرو می‌باشد و درباره قیمت خرده‌فروش و تعداد فضای قفسه تصمیم می‌گیرد. سپس برای حل مدل از روش استقرای معکوس استفاده شده است. گام اول تعیین متغیرهای تصمیم

خرده‌فروش به‌نحوی‌که تابع سود خرده‌فروش ماکسیمم شود، می‌باشد. گام دوم تعیین مقدار بهینه متغیر تصمیم تولیدکننده با توجه به بهترین پاسخ خرده‌فروش به بهینه‌سازی تابع سود تولیدکننده می‌باشد. در گام آخر بهترین پاسخ تولیدکننده را در متغیرهای تصمیم خرده‌فروش که در گام یک محاسبه‌شده بود جایگذاری می‌کنیم. تابع سود در حالت غیرمتمرکز به‌صورت زیر تعریف می‌شود. کروشه اول در رابطه (2)، بیانگر قیمت است. p قیمت خرده‌فروش است که درواقع خرده‌فروش محصول را با این قیمت در بازار به فروش می‌رساند. کروشه اول در کروشه دوم و سوم که تابع تقاضا است ضرب شده است. کروشه دوم تقاضای پایه (خام) است که این تقاضای پایه به‌واسطه تأثیر تصویر برند و تبلیغات، توسط کروشه سوم، افزایش پیدا می‌کند.

$$\pi_r(p,s) = \quad (۲)$$
$$[p-w-\varepsilon][f-dp+hs][a(G+\alpha e^{-\sigma}A)-\frac{1}{2}bs$$

برای ساده‌سازی تابع، عبارت $a(G+\alpha e^{-\sigma}A)$ را برابر θ در نظر می‌گیریم. درنتیجه تابع سود خرده‌فروش را به‌صورت زیر می‌نویسیم.

$$\pi_r(p,s) = \quad (۳)$$
$$[p-w-\varepsilon][f-dp+hs][\theta-\frac{1}{2}bs]$$

سپس بهینه‌سازی مربوط به تابع سود خرده‌فروش موردبررسی قرار می‌گیرد. خرده‌فروش به دنبال قیمت فروش و میزان فضای قفسه مطلوبی است که تابع سود را بیشینه می‌کند.

شرط بهینگی درجه اول

برای بررسی شرط بهینگی درجه اول برای تابع سود خرده‌فروش نسبت به قیمت محصول و میزان فضای قفسه باید از تابع سود خرده‌فروش نسبت به این دو متغیر مشتق گرفت و برابر صفر قرارداد.

$$\frac{\partial \pi}{\partial p} = (f - dp + hs)(-0.5bs + \theta) \qquad (۴)$$
$$-d(p - w - \varepsilon)(-0.5bs + \theta) = 0$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial s} = -0.5b(f - dp + hs)(p - w - \varepsilon) \qquad (۵)$$
$$+h(p - w - \varepsilon)(-0.5bs + \theta) = 0$$

مشتقات اول نسبت به قیمت و فضای قفسه، هم‌زمان برابر صفر قرارداده شد. با حل دستگاه دو معادله دو مجهول حاصله در نرم‌افزار Mathematica و حذف جواب‌های نشدنی، مقدار بهینه متغیرهای تصمیم به‌صورت زیر به دست آمد.

$$p^* = \frac{0.66(0.5bf + bdw + bd\varepsilon + h\theta}{bd} \qquad (۶)$$

$$s^* = \frac{0.33(bdw - bf + bd\varepsilon + 4h\theta)}{bh} \qquad (۷)$$

از طرفی برای اینکه نقطه به‌دست‌آمده تنها نقطه بهینه باشد باید این موضوع که مشتق مرتبه دوم منفی است یا مثبت موردبررسی قرار گیرد. در رابطه زیر شروط مشتق مرتبه دوم نشان داده شده است.

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial p^2} = -2d(-0.5bs + \theta) < 0 \qquad (۸)$$
$$\Rightarrow b < \frac{2h\theta}{dw - f + d\varepsilon}$$

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial s^2} = -bh(p - w - \varepsilon) < 0 \Rightarrow \qquad (۹)$$
$$b < \frac{0.66h\theta}{hdw + hd\varepsilon - 0.33hf - 0.66dwh - 0.66d\varepsilon h}$$

شرط بهینگی درجه دوم

شرط اینکه تابع سود خرده‌فروش به‌طور هم‌زمان در دونقطه به‌دست‌آمده بیشینه شود این است که دترمینان ماتریس هشین مثبت شود؛ که به‌صورت رابطه زیر نوشته شده است.

$$Det(H) = 2dbh(-\frac{0.16(bdw - bf + bd\varepsilon + 4h\theta}{h} \quad (۱۰)$$
$$+\theta)(\frac{0.66(0.5bf + bdw + bd\varepsilon + h\theta}{bd} - w - \varepsilon -$$
$$(-0.5b(f - \frac{0.66(0.5bf + bdw + bd\varepsilon + h\theta}{bd}$$
$$+\frac{0.33(bdw - bf + bd\varepsilon + 4h\theta}{b} +$$
$$(0.34h\theta + 0.16bf - 0.17bdw - 0.17bd\varepsilon)^2 > 0$$

لذا مشروط به برقراری روابط (۸)، (۹) و (۱۰) مدل به جواب حداکثری خواهد رسید.

حال به بررسی تابع سود تولیدکننده در حالت غیرمتمرکز می‌پردازیم. متغیر تصمیم تولیدکننده قیمت عمده‌فروشی است. کروشه اول رابطه (۱۱) نشان می‌دهد که تولیدکننده محصولات را با قیمت w به خرده‌فروش می‌فروشد. کروشه دوم و سوم تقاضا است که به ترتیب تقاضای خام و تأثیر تصویر برند و تبلیغات بر تقاضا را نشان می‌دهند.

$$\pi_M(w) = \quad (۱۱)$$
$$[w - c + \varepsilon][f - dp + hs][\theta - \frac{1}{2}bs]$$

برای تعیین مقدار بهینه متغیر تصمیم تولیدکننده ابتدا در تابع تولیدکننده، P و S بهینه حاصل از تابع سود خرده‌فروش، جایگذاری شده است.

$$\pi_M(w) = (-c + w + \varepsilon)(0.34f - 0.33dw - 0.33d\varepsilon + \frac{0.66h\theta}{b}) \quad (۱۲)$$
$$(\theta - \frac{0.16bdw - 0.16bf + 0.16bd\varepsilon + 0.66h\theta}{h})$$

سپس از تابع سود تولیدکننده برحسب قیمت عمده‌فروشی مشتق گرفته می‌شود و سپس بهینگی نقطه به‌دست‌آمده با استفاده از مشتق دوم بررسی می‌گردد.

$$\frac{\partial \pi}{\partial w} = -\frac{0.16bd(-c+w+\varepsilon)(0.34f-0.33dw-0.33d\varepsilon+\frac{0.66h\theta}{b}}{h} - 0.33d(-c+w+\varepsilon) \quad (۱۳)$$

$$(\theta - \frac{-0.16bf+0.16bdw+0.16bd\varepsilon+0.66h\theta}{h}) + (0.34f-0.33dw-0.33d\varepsilon+\frac{0.66h\theta}{b})$$

$$(\theta - \frac{-0.16bf+0.16bdw+0.16bd\varepsilon+0.66h\theta}{h}$$

شرط بهینگی نقطه به‌دست‌آمده با استفاده از مشتق دوم به‌صورت عبارت زیر است.

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial w^2} < 0 \Rightarrow \quad (۱۴)$$

$$b < \frac{0.43h\theta}{-0.1cd - 0.2f + 0.31dw + 0.3d\varepsilon}$$

با مساوی صفر قراردادن مشتق اول تابع سود تولیدکننده نسبت به قیمت عمده‌فروشی و حذف جواب‌های نشدنی، مقدار بهینه متغیر تصمیم تولیدکننده به‌صورت زیر به دست آمد.

$$\bar{w} = \quad (۱۵)$$

$$\frac{b(0.33cd+0.67f-d\varepsilon)+1.37h\theta-0.0012}{\sqrt{b^2(69696c^2d^2-141504cdf+71872f^2)+bh\theta(-287496cd+291456f)+297297h^2\theta^2}}{bd}$$

مطابق تئوری بازی‌های استکلبرگ، می‌بایست w به‌دست‌آمده در رابطه (۱۵) را که متغیر تصمیم رهبر بازی می‌باشد در روابط (۶) و (۷) که متغیرهای تصمیم پیرو هستند جایگذاری شود.

(۱۶)

$$p^* = [0.66(0.5bf+bd(b(0.33cd+0.67f-d\varepsilon)+1.37h\theta-0.0012$$

$$\sqrt{b^2(69696c^2d^2-141504cdf+71872f^2)+bh\theta(-287496cd+291456f)+297297h^2\theta^2}$$

$$+bd\varepsilon+h\theta]/[bd]$$

(۱۷)

$$s^* = [0.33((b(0.33cd + 0.67f - d\varepsilon) + 1.37h\theta - 0.0012$$
$$\sqrt{b^2(69696c^2d^2 - 141504cdf + 71872f^2) + bh\theta(-287496cd + 291456f) + 297297h^2\theta^2}$$
$$-bf + bd\varepsilon + 4h\theta]/[bh]$$

مدل متمرکز

در مدل متمرکز، فرض بر این است که کل زنجیره تأمین تحت کنترل یک تصمیم‌گیرنده مرکزی است که به تمام اطلاعات لازم برای بهینه کردن سیستم دسترسی دارد و توانایی اجرایی لازم برای اعمال تصمیمات را نیز دارد. در این مدل همه اعضای زنجیره تأمین در تلاش‌اند تا در کنار یکدیگر سود کل زنجیره را حداکثر کنند. درواقع زنجیره تأمین متمرکز یک حالت ایدئال محسوب می‌شود که هدف از طراحی قراردادهای مختلف نیز رسیدن به این حالت ایدئال است. تابع سود در حالت متمرکز به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\pi(p,s) = \pi_r(p,s) + \pi_M(w) \qquad (۱۸)$$
$$[p-c][f-dp+hs][\theta - \frac{1}{2}bs]$$

مشتق اول نسبت به قیمت در حالت متمرکز به‌صورت زیر است.

$$\frac{\partial \pi}{\partial p} = \qquad (۱۹)$$
$$(f - 2dp + hs + dc)(\theta - 0.5bs)$$

مشتق اول نسبت به فضای قفسه به‌صورت زیر است.

$$\frac{\partial \pi}{\partial s} = \qquad (۲۰)$$
$$(-0.5fb + 0.5dpb + h\theta - hbs)(p-c)$$

مشتقات اول نسبت به قیمت و فضای قفسه، هم‌زمان برابر صفر قرارداده شد. با حل دستگاه دو معادله دو مجهول حاصله در نرم‌افزار Mathematica و حذف جواب‌های نشدنی، مقدار بهینه متغیرهای تصمیم به‌صورت زیر به دست آمد:

$$s^* = \frac{0.33(bcd - bf + 4h\theta)}{bh} \qquad (۲۱)$$

$$p^* = \frac{0.66(bcd + 0.5bf + h\theta)}{bd} \qquad (۲۲)$$

از طرفی برای اینکه نقطه به‌دست‌آمده تنها نقطه بهینه باشد باید این موضوع که مشتق مرتبه دوم منفی است یا مثبت موردبررسی قرار گیرد:

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial p^2} = -2d\,(\theta - 0.5bs) < 0 \qquad (۲۳)$$
$$\Rightarrow b < \frac{2h\theta}{dw - f + d\varepsilon}$$

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial s^2} = -bh\,(p - c) < 0 \qquad (۲۴)$$
$$\Rightarrow b < \frac{1.32h\theta d}{0.34hcd - 0.33fh}$$

همچنین شرط دترمینان ماتریس هشین به‌صورت زیر نشان داده شده است.

$$Det(H) = 2dbh(\theta - \frac{0.16(bdc - bf + 4h\theta}{h}) \quad (۲۵)$$
$$(\frac{0.66(bcd + 0.5bf + h\theta}{bd} - c) - (b(-0.5cd - 0.5f +$$
$$\frac{0.66(bcd + 0.5bf + h\theta}{b} - \frac{0.33(bcd - bf + 4h\theta}{b}) + h\theta)^2 > 0$$

مشروط به برقراری روابط (۲۳)، (۲۴) و (۲۵) مدل به جواب حداکثری خواهد رسید.

مدل‌سازی قرارداد تسهیم درآمد:

در قرارداد تسهیم درآمد هدف ایجاد هماهنگی بین اعضا و درنتیجه حداکثر کردن سود زنجیره تأمین است. در این قرارداد خرده‌فروش، کالا را با قیمت w از تولیدکننده خریداری کرده و به قیمت p در بازار به فروش می‌رساند. خرده‌فروش از درآمد حاصل از فروش محصول، (1 -)درصد را دریافت کرده و باقی‌مانده درآمد که λ درصد می‌باشد را به تولیدکننده می‌دهد. تابع سود خرده‌فروش به صورت رابطه زیر است:

$$\pi_r(p,s) = \quad (۲۶)$$
$$[p(1-\lambda) - w - \varepsilon][f - dp + hs][\theta - \frac{1}{2}bs]$$

همچنین تابع سود تولیدکننده در حالت استفاده از قرارداد تسهیم درآمد با متغیر تصمیم w به شرح زیر است.

$$\pi_M(w) = \quad (۲۷)$$
$$[w - c + \varepsilon + p\lambda][f - dp + hs][\theta - \frac{1}{2}bs]$$

برای حل مدل هماهنگ ابتدا در رابطه (۲۶) نسبت به s مشتق گرفته می‌شود و مشتق برابر صفر قرار داده می‌شود.

$$\frac{\partial \pi}{\partial s} = -0.5b(f - dp + hs)(-w - \varepsilon + p(1-\lambda) \quad (۲۸)$$
$$+h(-0.5bs + \theta)(-w - \varepsilon + p(1-\lambda)) = 0$$

با حذف جواب‌های نشدنی، مقدار s بهینه به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$s^* = \frac{-0.5bf + 0.5bdp + h\theta}{bh} \quad (۲۹)$$

سپس در رابطه (۲۶) نسبت به p مشتق می‌گیریم برابر صفر قرار می‌دهیم مقدار p بهینه به دست می‌آید.

$$\frac{\partial \pi}{\partial p} = -d(-0.5bs + \theta)(-w - \varepsilon + p(1-\lambda)) \quad (۳۰)$$
$$+(f - dp + hs)(-0.5bs + \theta)(1-\lambda)$$

با حذف جواب‌های نشدنی، مقدار بهینه قیمت در حالت هماهنگ به‌صورت زیر به دست آمد.

$$p^* = \frac{0.5(f + hs + dw + d\varepsilon - f\lambda - hs\lambda)}{d(1-\lambda)} \quad (۳۱)$$

مقدار فضای قفسه بهینه در فرمول (۳۱) جایگذاری شده است و مجدداً مقدار p بهینه محاسبه شده است.

$$p^* = \frac{0.66(0.5f + \frac{h\theta}{b} + \frac{d(w+\varepsilon)}{(1-\lambda)}}{d} \quad (۳۲)$$

بر اساس مبانی قرارداد تسهیم درآمد برای به دست آوردن p (و به‌صورت غیرمستقیم s)، تولیدکننده باید w خود را تعدیل کند؛ بنابراین با مساوی قراردادن مقدار بهینه قیمت درحالت هماهنگ با متناظر آن در حالت متمرکز، مقدار بهینه قیمت عمده‌فروشی حالت هماهنگ را به دست می‌آوریم. همچنین در نظر داشته باشید که با برابر قرار دادن مقادیر بهینه قیمت، سود حالت هماهنگ به سود حالت متمرکز می‌رسد.

$$w^* = (1-\lambda)c - \varepsilon \quad (۳۳)$$

در این تحقیق بر اساس مقاله Mohammadi et al. (2019)، حدود متغیر)که ضریب اشتراک سود در قرارداد تسهیم درآمد است، محاسبه شده است. حدود متغیر)از طریق مقایسه توابع سود غیرمتمرکز و هماهنگ به‌دست‌آمده است. اگرچه در برخی تحقیقات نسبت به متغیر)مشتق گرفته می‌شود و)بهینه به دست می‌آید، ولی عملاً تنها یک جواب برای (حاصل خواهد گردید. با استفاده از روش به کار گرفته در این تحقیق بررسی می‌شود که به

ازای مقادیر مختلف (چه جواب‌هایی می‌توانیم داشته باشیم و درواقع در چه محدوده‌ای از)جواب بهینه به دست می‌آید.

$$\pi^{co}_{\text{Retailer}} > \pi^{dec}_{\text{Retailer}} \Rightarrow [p^{co}(1-\lambda) - w^{co} - \varepsilon] \quad (۳۴$$
$$[f - dp^{co} + hs^{co}][\theta - \frac{1}{2}bs^{co}] > [p^{de} - w^{de} - \varepsilon] \quad (۳۴$$
$$[f - dp^{de} + hs^{de}][\theta - \frac{1}{2}bs^{de}] \Rightarrow \lambda < (\{-[p^{de} - w^{de} - \varepsilon][f - dp^{de} + hs^{de}][\theta - \frac{1}{2}bs^{de}]/[f - dp^{co} + hs^{co}][\theta - \frac{1}{2}bs^{co}]\} - w^{co} - \varepsilon + p^{co})/(p^{co})$$

$$\pi^{co}_{Manufacturer} > \pi^{dec}_{Manufacturer} \Rightarrow [w^{co} - c + \varepsilon + p^{co}\lambda] \quad (۳۵$$
$$[f - dp^{co} + hs^{co}][\theta - \frac{1}{2}bs^{co}] > [w^{de} - c + \varepsilon] \quad (۳۵$$
$$[f - dp^{de} + hs^{de}][\theta - \frac{1}{2}bs^{de}] \Rightarrow \lambda > (\{[w^{de} - c + \varepsilon][f - dp^{de} + hs^{de}][\theta - \frac{1}{2}bs^{de}]/[f - dp^{co} + hs^{co}][\theta - \frac{1}{2}bs^{co}]\} - w^{co} + c - \varepsilon)/(p^{co})$$

تحلیل عددی

در این بخش برای شفاف‌سازی نتایج به ارائه یک سری تحلیل‌های عددی بر اساس داده‌های مورد مطالعاتی موردنظر پرداختیم. ابتدا مورد مطالعاتی موردنظر شامل شبکه زنجیره تأمین هلدینگ گلرنگ و شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای افق کوروش که زیرمجموعه هلدینگ گلرنگ می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفته است و سپس نتایج عددی حاصل از اطلاعات مطالعه موردنظر در دنیای واقعی تحلیل شده است. ازآنجایی‌که مدل موجودی توسعه داده‌شده در این پژوهش تک‌محصولی می‌باشد جهت بررسی نتایج مورد مطالعاتی داده‌های عددی مربوط به یک محصول فروشگاه افق کوروش را جمع‌آوری کردیم و نتایج را مطابق آن به دست آوردیم. محصول موردنظر ماست سون کاله ۲۲۰۰ گرمی است که قیمت آن

۳۶۵۰۰ تومان می‌باشد. تقاضای ماهانه این محصول ۱۰۰۰ عدد می‌باشد.

جدول ۲. داده‌های مربوط به مثال عددی

پارامتر	درصد کاهش تصویر برند (δ)	اثر تلاش تبلیغات (α)	تصویر برند (G)	سرمایه‌گذاری تبلیغات (A)	اثر کوتاه‌مدت فضای قفسه (a)	اثر بلندمدت فضای قفسه (b)	هزینه نگهداری (ε)	کشش فضای قفسه روی تقاضا (h)	کشش قیمت روی تقاضا (d)	هزینه تولید (c)	تقاضای پایه (f)
مقدار	۰/۳	۶	۲۳	۲۰	۲/۸	۳	۴	۳/۵	۴/۲	۵۰	۱۰۰۰

مدل را در سه حالت غیرمتمرکز، متمرکز و هماهنگ حل کردیم. نتایج حاصل در جدول **(۳)** نمایش داده شده است و نشان می‌دهد که مدل هماهنگ با استفاده از قرارداد تسهیم درآمد به تصمیمات بهینه حالت متمرکز دست‌یافته و سود هر دو عضو یعنی تولیدکننده و خرده‌فروش نسبت به حالت غیرمتمرکز افزایش پیدا کرده است.

جدول ۳. مقدار بهینه متغیرهای تصمیم و سود هر عضو زنجیره

		غیرمتمرکز	قرارداد تسهیم درآمد	متمرکز
متغیرهای تصمیم	فضای قفسه (s)	۷۸/۱۱۳	۸۷/۶۲	۲۵/۶۳
	قیمت خرده‌فروشی (p)	۱۸/۲۵۳	۹۶/۱۶۸	۹۶/۱۶۸
	قیمت عمده‌فروشی (w)	۶/۱۷۳	۲۱	–
تابع سود	سود خرده‌فروش (π_r)	۳۶۰۳۳۵۰	۶۶۴۰۶۵۸	–
	سود تأمین‌کننده (π_m)	۶۰۸۳۳۶۱	۶۶۴۰۶۵۸	–
	سود کل (π_c)	۹۶۸۶۷۱۱	۱۳۲۸۱۳۱۶	۱۳۲۸۱۲۸۳

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که با استفاده از قرارداد هماهنگی تسهیم درآمد سود خرده‌فروش و تولیدکننده با سود حالت متمرکز زنجیره برابر شده و توابع سود هر دو طرف زنجیره نیز، نسبت به حالت غیرمتمرکز افزایش پیدا کرده است. ازآنجایی‌که پارامتر λ برابر ۰,۵ در نظر گرفته شده است که به حد پایین حدود λ نزدیک‌تر است خرده‌فروش قدرت

چانه‌زنی بیشتری داشته و سودش بیشتر افزایش یافته است. همچنین مشاهده می‌شود، سود کل زنجیره تأمین که مجموع سود تولیدکننده و خرده‌فروش است، در ساختار متمرکز و هماهنگ برابر می‌باشد. چراکه عملکرد قراردادهای هماهنگی به این صورت است که این قراردادها باید سود زنجیره تأمین در حالت غیرمتمرکز را به بالاترین سود زنجیره که همان سود در حالت متمرکز می‌باشد برسانند؛ بنابراین سود کل زنجیره تأمین در حالت هماهنگ باید با حالت متمرکز برابر شود. در غیر این صورت، مدل هماهنگ جواب نداده است. همچنین قراردادهای هماهنگی نه‌تنها باید سود عضوی که در حالت متمرکز متضرر می‌شود را افزایش دهند بلکه باید سود اعضا را به میزانی بیشتر از سود آن‌ها در حالت غیرمتمرکز برسانند.

تحلیل حساسیت

در این بخش با ایجاد تغییرات در پارامترهای کلیدی مسئله میزان اثرگذاری آن‌ها را روی فضای حل مسئله تحلیل می‌کنیم. با بررسی پژوهش‌های پیشین دریافتیم اکثر مقالاتی که در آن‌ها تابع تقاضا وابسته به یک عامل بود، از پارامتری که معرف حساسیت (کشش) آن عامل نسبت به تقاضا بود برای تحلیل حساسیت استفاده شده بود. به همین منظور در تحقیق حاضر نیز پارامترهای کشش قیمت روی تقاضا،d و کشش فضای قفسه روی تقاضا،h را مورد تحلیل قراردادیم و نتیجه گرفتیم که تغییر این پارامترها، مخصوصاً پارامتر d، تأثیر قابل‌توجهی بر مقادیر توابع سود دارند.

جدول ۴. تحلیل حساسیت حالت غیرمتمرکز پارامترهای تقاضا و کشش فضای قفسه

سود کل (π_T)	سود تأمین‌کننده (π_m)	سود خرده‌فروش (π_r)	قیمت عمده‌فروشی (w)	فضای قفسه (s)	قیمت بازاری (p)	مقدار پارامتر تقاضا (d)
۱۱۱۵۱۱۵۶/۵	۶۹۸۹۳۲۳/۴۳۵	۴۱۶۱۸۳۳/۰۶۸	۱۸۸/۴۷	۱۱۲/۴۱	۲۷۷/۳	۳/۸
۱۰۳۷۱۰۸۷	۶۵۱۲۴۴۲/۴۳۶	۳۸۵۸۶۴۴/۵۶۷	۱۸۰/۸۶	۱۱۳/۱۷	۲۶۴/۷۷	۴
۹۶۸۶۷۱۸/۸۰۹	۶۰۸۳۵۹۰/۶۳۹	۳۶۰۳۱۲۸/۱۷	۱۷۳/۶	۱۱۳/۷۸	۲۵۳/۱۸	۴/۲

سود کل (π_T)	سود تأمین‌کننده (π_m)	سود خرده‌فروش (π_r)	قیمت عمده‌فروشی (w)	فضای قفسه (s)	قیمت بازاری (p)	مقدار پارامتر تقاضا (d)
۸۹۸۳۵۲۷/۷۸۵	۵۶۸۹۴۱۱/۱۶۵	۳۲۹۴۱۱۶/۶۲	۱۶۸/۷۲	۱۱۵/۱۱	۲۴۳/۷۸	۴/۴
۸۲۵۰۰۶۸/۰۹۲	۵۰۸۷۲۷۵/۰۹۳	۳۱۶۲۷۹۲/۹۹۹	۱۶۰/۹۷	۱۱۵	۲۳۶/۴۴	۴/۶
۹۲۰۱۱۰۳/۲۸۹	۵۷۷۶۱۳۸/۱۶۲	۳۴۲۴۹۶۵/۱۲۷	۱۶۶/۴۸	۱۰۷/۵	۲۴۱/۹۲	۳/۱
۹۴۷۸۹۷۹/۷۶۹	۵۹۶۱۷۸۹/۴۱۱	۳۵۱۷۱۹۰/۳۵۸	۱۷۰/۰۴	۱۱۰/۸۳	۲۴۷/۲۲	۳/۳
۹۶۸۶۷۱۱/۳۵۷	۶۰۸۳۳۶۰/۸۴۵	۳۶۰۳۳۵۰/۵۱۲	۱۷۳/۶	۱۱۳/۷۸	۲۵۳/۱۹	۳/۵
۹۹۳۵۱۴۰/۸۱۱	۶۲۴۰۶۴۵/۸۹۸	۳۶۹۴۴۹۴/۹۱۳	۱۷۷/۱۶	۱۱۶/۴۱	۲۵۸/۸	۳/۷
۱۰۳۸۹۱۱۵/۷۲	۶۶۰۸۳۰۸/۴۲۱	۳۷۸۰۸۰۷/۲۹۵	۱۸۰/۷۲	۱۱۸/۷۷	۲۶۱/۸	۳/۹

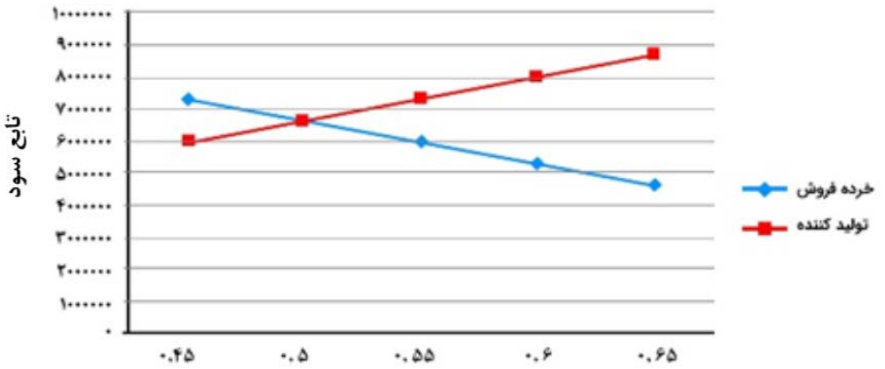
جدول ۵. تحلیل حساسیت حالت هماهنگ و متمرکز پارامتر **d** و **h**

زنجیره تأمین متمرکز			زنجیره تأمین هماهنگ (0/5 =))					
سود متمرکز (π_C)	فضای قفسه (s)	قیمت بازاری (p)	سود کل (π_T)	سود تأمین‌کننده (π_m)	سود خرده‌فروش (π_r)	قیمت عمده‌فروشی (w)	فضای قفسه (s)	قیمت بازاری (p)	مقدار پارامتر تقاضا (d)
۱۵۲۶۶۳۷۵	۶۱/۳۷	۱۸۳/۲۷	۱۵۲۶۶۴۲۹	۷۶۳۳۲۱۵	۷۶۳۳۲۱۵	۲۱	۶۰/۹۸	۱۸۸/۲۷	۳/۸
۱۴۲۲۲۳۸۲	۶۲/۳۱	۱۷۵/۷۶	۱۴۲۲۲۴۲۳	۷۱۱۱۲۱۲	۷۱۱۱۲۱۲	۲۱	۶۱/۹۲	۱۷۵/۷۶	۴
۱۳۲۸۱۲۸۳	۶۳/۲۵	۱۶۸/۹۶	۱۳۲۸۱۳۱۶	۶۶۴۰۶۵۸	۶۶۴۰۶۵۸	۲۱	۶۲/۸۷	۱۶۸/۹۶	۴/۲
۱۲۴۲۹۰۱۰	۶۴/۱۹	۱۶۲/۷۸	۱۲۴۲۹۰۵۸	۶۲۱۴۵۲۹	۶۲۱۴۵۲۹	۲۱	۶۳/۸۱	۱۶۲/۷۸	۴/۴
۱۱۶۵۳۹۸۶	۶۵/۱۳	۱۵۷/۱۴	۱۱۶۵۴۰۳۱	۵۸۲۷۰۱۶	۵۸۲۷۰۱۶	۲۱	۶۴/۷۵	۱۵۷/۱۴	۴/۶
۱۲۶۵۸۱۹۶	۵۳/۶۴	۱۶۲/۴	۱۲۶۵۸۲۳۵	۶۳۲۹۱۱۷	۶۳۲۹۱۱۷	۲۱	۵۳/۰۷	۱۶۲/۴	۳/۱
۱۲۹۵۷۶۱۶	۷۰/۹۳	۱۶۵/۶۸	۱۲۹۵۷۶۸۰	۶۴۷۸۸۴۰	۶۴۷۸۸۴۰	۲۱	۵۸/۲۶	۱۶۵/۶۸	۳/۳
۱۳۲۸۱۲۸۳	۶۳/۲۵	۱۶۸/۹۶	۱۳۲۸۱۳۱۶	۶۶۴۰۶۵۸	۶۶۴۰۶۵۸	۲۱	۶۲/۸۷	۱۶۸/۹۶	۳/۵
۱۳۶۲۶۷۰۸	۶۷/۲۸	۱۷۲/۲۴	۱۳۶۲۶۷۷۳	۶۸۱۳۳۸۷	۶۸۱۳۳۸۷	۲۱	۶۶/۹۷	۱۷۲/۲۴	۳/۷
۱۳۹۹۲۱۳۳	۷۰/۸۹	۱۷۵/۵۲	۱۳۹۹۲۱۷۵	۶۹۹۶۰۸۸	۶۹۹۶۰۸۸	۲۱	۷۰/۶۵	۱۷۵/۵۲	۳/۹

طبق جداول (۴) و (۵) با افزایش پارامتر کشش قیمت روی تقاضا *d*، تقاضای بازار کاهش می‌یابد و درنتیجه از سود تولیدکننده کاسته می‌شود. به این دلیل که درآمد تولیدکننده به‌طور

مستقیم از فروش محصول به خرده‌فروش تأمین می‌شود که سفارش‌ها به دلیل کاهش تقاضا کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش d، قیمت (p) خرده‌فروشی و قیمت عمده‌فروشی (w) کاهش می‌یابد و مقدار فضای قفسه (s) افزایش پیدا می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش حساسیت تقاضا نسبت به قیمت، سود تولیدکننده و خرده‌فروش در هر سه حالت غیرمتمرکز، متمرکز و هماهنگ کاهش می‌یابد و درنتیجه تابع سود زنجیره تأمین نیز کاهش می‌یابد. همچنین طبق جداول (۵) و (۶)، با افزایش پارامتر کشش فضای قفسه روی تقاضا h، تقاضای بازار افزایش می‌یابد و درنتیجه سود اجزاء سیستم و همچنین قیمت بازاری (p)، قیمت عمده‌فروشی (w) و فضای قفسه (s) افزایش می‌یابد. این حساسیت زیاد تقاضا نسبت به فضای قفسه، اهمیت بالای نمایش محصول در قفسه‌های فروشگاه‌های خرده‌فروشی را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش حساسیت تقاضا نسبت به فضای قفسه سود تولیدکننده و خرده‌فروش در هر سه حالت غیرمتمرکز، متمرکز و هماهنگ افزایش می‌یابد و درنتیجه تابع سود زنجیره تأمین نیز افزایش می‌یابد.

شکل ۱. تحلیل حساسیت نسبت نرخ سود خرده‌فروش به فروشنده (λ)



شکل ۱ تحلیل حساسیت پارامتر را نشان می‌دهد که یکی دیگر از پارامترهای مهم در مدل می‌باشد. ضریب اشتراک سود در قرارداد تسهیم درآمد تعریف می‌شود که حدود آن در بخش قبلی محاسبه شد و نمودار مطابق حدود به‌دست‌آمده رسم شده است. در نقطه تقاطع

که مقدار (برابر ۰٫۵ است، سود تولیدکننده و خرده‌فروش برابر است. هرچقدر) به حد پایین نزدیک شود سود خرده‌فروش افزایش و سود تولیدکننده کاهش می‌یابد و هرچقدر به حد بالا نزدیک شود سود تولیدکننده افزایش و خرده‌فروش کاهش می‌یابد.

بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق بر مبنای شرایط واقعی در صنعت خرده‌فروشی توسعه پیدا کرده است و نتایج آن در کلیه صنایع خرده‌فروشی اعم از صنایع لبنی، پروتئینی، خواربار، آرایشی و بهداشتی، میوه و سبزیجات تازه و ... قابل‌استفاده است. تحلیل هماهنگی با استفاده از قرارداد تسهیم درآمد در مدلی با تابع تقاضای ضربی وابسته به چند عامل اثرگذار بر سود زنجیره تأمین همچون قیمت، فضای قفسه، تصویر برند و تبلیغات، هدف اصلی این پژوهش است. به این منظور تابع سود خرده‌فروش و تولیدکننده در یک زنجیره تأمین دوسطحی معرفی شد و سپس مدل در حالت‌های تصمیم‌گیری غیرمتمرکز، متمرکز و هماهنگ موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که با استفاده از قرارداد هماهنگی تسهیم درآمد، مجموع سود خرده‌فروش و تولیدکننده با سود حالت متمرکز زنجیره برابر می‌شود و سود هر یک نسبت به حالت غیرمتمرکز نیز افزایش پیدا می‌کند. درنتیجه قرارداد تسهیم درآمد منجر به هماهنگی زنجیره تأمین موردنظر می‌شود. از دیدگاه کلاسیک، قیمت صرفاً ابزاری برای درآمدزایی محسوب می‌شود؛ اما امروزه می‌بینیم که علاوه بر درآمدزایی، در کسب رضایت مشتری نیز نقشی کلیدی دارد. به‌طوری‌که هماهنگی و برقراری ارتباط بین تصمیمات مربوط به قیمت‌گذاری و فاکتورهای وابسته به مدیریت جذب مشتری مثل تصویری که مشتری از برند محصول در ذهن خود دارد و عامل تبلیغات، حائز اهمیت است. به‌منظور ارائه یک مدل کاربردی که عوامل مختلف اثرگذار بر تابع تقاضا را به‌طور هم‌زمان در نظر بگیرد تابع تقاضا را وابسته به قیمت و فضای قفسه در نظر گرفتیم و اثر عواملی چون تصویر برند و تبلیغات را نیز بر تقاضا موردتوجه قراردادیم. نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که پارامتر هرچقدر λ به حد پایین نزدیک باشد سود خرده‌فروش بیشتر است و هرچقدر به حد بالا نزدیک باشد سود تولیدکننده بیشتر است. لذا به‌عنوان یک نتیجه کاربردی، قدرت چانه‌زنی طرفین می‌تواند در

کسب سود بیشتر بسیار حائز اهمیت باشد. از سوی دیگر با افزایش پارامتر کشش قیمت نسبت به تقاضا، سود اجزای سیستم و مقادیر قیمت (p) و قیمت عمده‌فروشی (w) کاهش می‌یابد و مقدار فضای قفسه (s) افزایش پیدا می‌کند. همچنین با افزایش کشش فضای قفسه نسبت به تقاضا، سود اجزا سیستم و مقادیر متغیرهای تصمیم افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که کشش قیمت نسبت به تقاضا تأثیر چشمگیری بر سود اجزای زنجیره تأمین و مقادیر متغیرهای تصمیم، نسبت به سایر متغیرها دارد. لذا به‌عنوان نتیجه کاربردی توصیه می‌شود خرده‌فروشان در نحوه قیمت‌گذاری بسیار محتاطانه عمل نموده و با انجام شبیه‌سازی‌های متعدد مبتنی بر مدل‌های توسعه داده‌شده در این تحقیق، قیمت محصول را تعیین نمایند.

در این پژوهش ساختار زنجیره تأمین برای حالت یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش موردبررسی قرار گرفت ولی ازآنجایی‌که برای بررسی مدل‌ها در دنیای واقعی، غالباً با چندین خرده‌فروش روبه‌رو هستیم برای تحقیقات آتی می‌توان زنجیره تأمین را در حالت یک تولیدکننده و چندین خرده‌فروش بررسی کرد. همچنین می‌توان از ترکیب چند مورد از قراردادهای هماهنگی زنجیره تأمین استفاده نمود. این پژوهش از قرارداد هماهنگی تسهیم درآمد استفاده کرده است. پیشنهاد می‌شود برای اثربخشی بیشتر از ترکیب قرارداد تسهیم درآمد با یک قرارداد دیگر مانند قراردادهای تخفیف استفاده شود و یا می‌توان به مقایسه قراردادهای هماهنگی با یکدیگر پرداخت و این موضوع که چرا برخی از قراردادها در محیط‌های صنعتی و تجاری بیشتر مورداستفاده قرار می‌گیرند را بررسی کرد. همچنین طبق مطالعات صورت گرفته در مرور ادبیات، پیشنهاد می‌شود زنجیره تأمین چند سطحی بیشتر موردتوجه قرار گیرد.

ORCID
Mansureh Mohammadi **https://orcid.org/0000-0003-4385-2185**
Mohammad Reza Gholamian **https://orcid.org/0000-0002-5135-5237**

منابع

اسماعیلی، م.، کفشیان اهر، ح .(۱۳۹۸). اشتراک‌گذاری اطلاعات، نشت اطلاعات و تحریف اطلاعات در یک زنجیره تأمین غیرمتمرکز با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش رقیب، *مجله تحقیقات مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، ۷(۱۴)*، ۱۳-۲۷.

References

Arani, H.V., Rabbani, M & Rafiei, H, A. (2016). Revenue-Sharing Option Contract toward Coordination of Supply Chains, *International Journal of Production Economics*, 178, 42-56

Bultez, A. and Naert, P. (1988). SHARP: Shelf-allocation for retailers' profit, *Marketing Science*, 7(3), 211–231

Chen, J., Cheng, H.L & Chein, M.C. (2011). On channel coordination through revenue-sharing contracts with price and shelf-space dependent demand, *Applied Mathematical Modelling*, 35,4886-4901

Chen, L & Wei, Ch. (2014). Multi period channel coordination in vendor managed inventory for deteriorating goods, *International Journal of Production Research*, 37-41

Chakraborty, T., Chauhan S& Vidyarthi, N. (2015). Coordination and competition in a common retailer channel: Wholesale price versus revenue-sharing mechanisms, *Int. J. Production Economics*, 166, 103-118

Cia, J., Hu, x., Pandu, R & Shang, J. (2017). Flexible contract design for VMI supply chain with service-sensitive demand: Revenue-sharing and supplier subsidy, *European Journal of Operational Research*, 261, 143-153

Dehghan-Bonari, M., Bakhshi, A., Aghsami, A & Jolai, F. (2021). Green supply chain management through call option contract and revenue-sharing contract to cope with demand uncertainty, *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 2, 100010

Esmaeili, M., Kafshian Ahar, H. (2019). Information Sharing, Information Leakage and Information Distortion in a Decentralized Supply Chain with one Manufacturer and Two Competing Retailers, *Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems*, 7(14), 13-27 (In Persian).

Feng, X., Moon, I., Ryu, K. (2015). Supply chain coordination under budget constraints, *Computers & Industrial Engineering*, 88, 487-500

Guan, R & Zhao, X. (2010). On contracts for VMI program with continuous review (r,Q) policy, *European Journal of Operational Research*, 656-667

Herran, G & Taboubi, S. (2005). Shelf-Space Allocation and Advertising Decisions In The Marketing Channel: A Differential Game Approach, *International game theory review*,3, 313-330

Lim, Y., Wang, Y & Wu, Y. (2016). Consignment Contracts with Revenue Sharing for a Capacitated Retailer and Multiple Manufacturers, *Manufacturing & Service Operations Management*, 17, 527-537

Liu, G., Yang, H& Dai, R. (2020). Which contract is more effective in improving product greenness under different power structures: Revenue sharing or cost sharing? *Computers & Industrial Engineering*, 148, 106701

Mashreghi, H, Amin Naseri, M. (2015). Supply chain coordination under demand uncertainty with revenue sharing and buyback contracts, *International Journal of Industrial Engineering & Production Management*, 2(26), 185-202 (In Persian)

Mohammadi, H., Ghazanfari, M., Pishvaee, M., Teimoury, E. (2019). Fresh-product supply chain coordination and waste reduction using a revenue-and-preservation-technology-investment-sharing contract: A real-life case study, *Journal of Cleaner Production*, 213, 262-282

Pan, K., Lai, K.K., Leung, S.C.H. & Xiao, D. (2011). Revenue-sharing versus wholesale price mechanisms under different channel power structures, *European Journal of Operational Research*, 203, 532-538

Phan, D., Hoa Vo, T & Lai, A, Nguyen T. (2019). Coordinating contracts for VMI systems under manufacturer-CSR and retailer-marketing efforts, *International Journal of Production Economics*, 211, 98–118

Rasay, H & Zare Mehrjerdi, Y. (2017). Modelling, analysing and improving the revenue sharing contract in a one vendor-multi retailer supply chain based on the Stackelberg game theory, *Manufacturing Technology and Management*, 31, 402-423

Sarker, B. (2014). Consignment stocking policy models for supply chain systems: A critical review and comparative perspectives, *Int. J. Production Economics*,155, 52–67

Wang, B., Ji, F., Zheng, J., Feng, Z. (2021). Carbon emission reduction of coal-fired power supply chain enterprises under the revenue sharing contract: Perspective of coordination game, *Energy Economics*, 102, 105467

Zhao, A., Zhou, Y.W., Cao, Z.H& Min, J. (2020). The shelf space and pricing strategies for a retailer-dominated supply chain with consignment based revenue sharing contracts, *European Journal of Operational Research*, 280, 926-939

Zhou, H., Liu, L., Jiang, W& Li, S. (2022). Green Supply Chain Decisions and Revenue-Sharing Contracts under Manufacturers' Overconfidence, *Journal of Mathematics*,2022, 1035966.

استناد به این مقاله: محمدی، منصوره.، غلامیان، محمدرضا. (۱۴۰۲). مدل تئوری بازی استکلبرگ با تقاضای وابسته به قیمت و فضای قفسه تحت قرارداد تسهیم درآمد، *مدیریت صنعتی*، ۲۱(۶۸)، ۱-۳۴.

DOI: 10.22054/jims.2022.68218.2793

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