



Evaluation of a Pricing Model in a Two-Echelon Supply Chain by Integrating Traditional and Modern Channels Considering Return Policy

Ghazaleh Saboori

MSc., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Alzahra University, Tehran, Iran. E-mail: ghazalesaboori@outlook.com

Gholam Reza Nasiri*

*Corresponding Author, Assistant Prof., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Alzahra University, Tehran, Iran. E-mail: grnasiri@alzahra.ac.ir

Hossein Salehi

Ph.D., School of Industrial Engineering, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: hosseinsal@yahoo.com

Abstract

Objective: This study focuses on analyzing a pricing problem within a two-echelon supply chain, comprising a manufacturer and multiple retailers. It also explores the integration of various channels, including traditional, electronic, and omni-channels such as "Buy-Online-Pickup-in-Store", "Buy-Online-Deliver-to-Home", and "Order-in-Store-Deliver-to-Home". In addition, it seeks to develop a demand function dependent on product price and return policy in electronic channels, as well as delivery times for products. Accordingly, the present study aims to investigate and evaluate a pricing model considering various distribution channels in a single-period single-product environment and to provide a solution approach with valuable performance that can be used in real problems as a decision-making tool. It also tries to investigate the impact of various factors on the number of decision variables and the profit of the entire supply chain.

Methods: The problem was formulated as a non-linear mathematical programming model and coded and implemented using GAMS software. Furthermore, several numerical examples were solved to investigate the effect of changes in some parameters on the values of decision variables, retailers' demand, and the total profit of the supply chain.

Results: The results showed that the two parameters of price sensitivity of demand and return sensitivity of demand have a critical impact on decision variables including the retailer's sales price, return price, delivery time, and profit of the entire supply chain.

Conclusion: This study proposed an integrated approach to evaluate the impact of pricing decisions and return policy in the supply chain. Therefore, it can serve as a valuable resource for companies in making operational decisions regarding the concurrent implementation of pricing decisions, product return policy, and delivery time. Online retailers can use the achieved results to make operational decisions regarding the application of the product return policy according to the presented analysis.

Keywords: Return policy, Pricing, Omni-channel distribution, Demand sensitivity, Supply chain management.

Citation: Saboori, Ghazaleh; Nasiri, Gholam Reza & Salehi, Hossein (2023). Evaluation of a Pricing Model in a Two-Echelon Supply Chain by Integrating Traditional and Modern Channels Considering Return Policy. *Industrial Management Journal*, 15(1), 92-111. (in Persian)

Industrial Management Journal, 2023, Vol. 15, No 1, pp. 92-111

Published by University of Tehran, Faculty of Management

<https://doi.org/10.22059/IMJ.2023.349808.1007990>

Article Type: Research Paper

© Authors

Received: October 12, 2022

Received in revised form: January 06, 2023

Accepted: February 06, 2023

Published online: April 19, 2023





ارزیابی یک مدل قیمت‌گذاری در یک زنجیره تأمین دوسطحی با یکپارچه‌سازی کانال‌های سنتی و مدرن با لحاظ سیاست مرجوعی

غزاله صبوری

کارشناس ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. رایانامه: ghazalesaboori@outlook.com

غلامرضا نصیری*

* نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. رایانامه: gmnasiri@alzahra.ac.ir

حسین صالحی

دکتری، دانشکده مهندسی صنایع، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: hosseinsal@yahoo.com

چکیده

هدف: در این پژوهش، تحلیل یک مسئله قیمت‌گذاری در زنجیره تأمین دوسطحی، متشکل از یک تولیدکننده و چندین خرده‌فروش با کانال‌های توزیع سنتی، الکترونیک و همه‌کاره، شامل «خرید برخط، دریافت در فروشگاه»، «خرید برخط، تحویل در منزل» و «سفارش در فروشگاه، تحویل در منزل» بررسی شده است. همچنین یک تابع تقاضای وابسته به قیمت کالا، سیاست مرجوعی در کانال برخط و مدت زمان تحویل توسعه داده شده است. بنابراین هدف پژوهش حاضر، بررسی و ارزیابی یک مسئله قیمت‌گذاری با در نظر گرفتن کانال‌های توزیع متنوع در حالت تک‌پرودی تک‌محصولی و ارائه رویکرد حل مطلوب و قابل استفاده در مسائل واقعی، به‌عنوان ابزار تصمیم‌گیری است. همچنین، بررسی تأثیر عوامل مختلف بر میزان متغیرهای تصمیم و سود کل زنجیره تأمین جزء اهداف پژوهش است.

روش: مسئله به‌صورت یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی مدل‌سازی و با استفاده از نرم‌افزار گمز کدنویسی و اجرا شده است. همچنین چند مثال عددی، به‌منظور بررسی اثر تغییر برخی پارامترها بر مقادیر متغیرهای تصمیم، تقاضا و سود زنجیره تأمین حل شده است.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد که دو پارامتر حساسیت قیمتی تقاضا و حساسیت مرجوعی تقاضا، بر متغیرهای تصمیم، از جمله قیمت فروش خرده‌فروشان، قیمت مرجوعی، مدت زمان تحویل و سود کل زنجیره تأمین تأثیر شدیدی دارند.

نتیجه‌گیری: این پژوهش رویکردی یکپارچه را برای ارزیابی تأثیر تصمیم‌های قیمت‌گذاری و سیاست مرجوعی در زنجیره تأمین پیشنهاد می‌کند. بنابراین مطالعه حاضر می‌تواند راهنمایی اثربخش، به‌منظور تصمیم‌های عملیاتی شرکت‌ها، برای استفاده هم‌زمان از تصمیم‌های قیمت‌گذاری، سیاست مرجوعی و زمان تحویل باشد؛ به‌گونه‌ای که خرده‌فروش الکترونیک می‌تواند تصمیم‌های عملیاتی خود را در خصوص به‌کارگیری سیاست مرجوعی کالا با توجه به تحلیل‌های ارائه شده اتخاذ کند.

کلیدواژه‌ها: سیاست مرجوعی، قیمت‌گذاری، کانال توزیع همه‌کاره، حساسیت تقاضا، مدیریت زنجیره تأمین.

استناد: صبوری، غزاله؛ نصیری، غلامرضا و صالحی، حسین (۱۴۰۲). ارزیابی یک مدل قیمت‌گذاری در یک زنجیره تأمین دوسطحی با یکپارچه‌سازی کانال‌های سنتی و مدرن با لحاظ سیاست مرجوعی. *مدیریت صنعتی*، ۱۵(۱)، ۹۲-۱۱۱.

مقدمه

امروزه جهانی شدن بازارها و توسعه روزافزون فضای رقابتی موجب شده تا سازمان‌ها تلاش چشمگیر در راستای بهبود تأمین، تولید و توزیع محصولات نمایند (نصیری، دیمه، کریمی و میاندوآبچی^۱، ۲۰۲۱). با توجه به اینکه شیوه‌های سنتی مدیریت تولید، به دلیل یکپارچگی اندک فرایندها، کارایی خود را از دست داده‌اند، زنجیره تأمین به‌عنوان یک رویکرد یکپارچه برای مدیریت مناسب جریان مواد، کالا، اطلاعات و مالی، توانایی پاسخ‌گویی به شرایط جدید را دارد (صادقی مقدم، مومنی و نالچیکر، ۱۳۸۸). همچنین با پیشرفت فناوری و ظهور مدل‌های جدید کسب‌وکار و افزایش رقابت و تغییر انتظارات مشتریان، استفاده از کانال‌های توزیع چندگانه به سرعت در حال رشد است. کانال‌های توزیع چندگانه موجب افزایش سطح پوشش بازار، بهبود خدمت‌رسانی به مشتریان، افزایش حجم فروش و ارتقای عملکرد کلی سازمان خواهند شد (دیده‌خانی، مهرانی، بدیعی و یوسفی کمیجانی، ۱۳۹۸).

از دسته مسائلی که به‌تازگی در زنجیره تأمین چندکاناله در کانون توجه بیشتری قرار گرفته است، زنجیره تأمین با در نظر گرفتن کانال توزیع همه‌کاره^۲ است. یکپارچگی بین کانال‌های فروش سنتی و برخط با ارائه خدماتی مانند «خرید برخط، دریافت در فروشگاه»^۳ یا «سفارش در فروشگاه، تحویل در منزل»^۴ به دست می‌آید که از مزیت‌های رقابتی کانال توزیع همه‌کاره است. عواملی همچون قیمت و مدت زمان تحویل، مؤلفه‌های حیاتی برای مصرف‌کنندگان و انتخاب کانال فروش محسوب می‌شوند. در خرده‌فروشی برخط، کاهش مدت زمان تحویل تأثیر شایان توجهی بر وفاداری مصرف‌کننده دارد (موداک و کله^۵، ۲۰۱۹).

در پژوهش حاضر، یک زنجیره تأمین با کانال توزیع همه‌کاره متشکل از یک تولیدکننده و چندین خرده‌فروش متنوع، شامل خرده‌فروشان کانال توزیع سنتی، «خرید برخط، تحویل در منزل»^۶ و کانال همه‌کاره در نظر گرفته شده است. خرده‌فروش کانال همه‌کاره، کانال‌های توزیع سنتی، الکترونیک، «خرید برخط، دریافت در فروشگاه» و «سفارش در فروشگاه، تحویل در منزل» را شامل می‌شود. تقاضا تابعی از قیمت خرده‌فروشی، قیمت مرجوعی در کانال مربوطه و مدت زمان تحویل است.

هدف پژوهش حاضر بررسی و ارزیابی یک مسئله قیمت‌گذاری با در نظر گرفتن کانال همه‌کاره در حالت قطعیت تقاضا و ارائه رویکرد حل مطلوب و قابل استفاده در مسائل واقعی، به‌عنوان ابزار تصمیم‌گیری است.

یکی از ضرورت‌های این پژوهش، اهمیت تصمیم‌های قیمت‌گذاری بر سودآوری بنگاه‌هاست. به‌علاوه، به‌دلیل دستیابی به طیف وسیع‌تری از مشتریان و بهبود تجربه مشتری و یکپارچه‌سازی آن در طول فرایند خرید و ارتقای سود کلی زنجیره تأمین نیز ضروری است که زنجیره تأمین کانال همه‌کاره، به‌شکل دقیق‌تری بررسی شود. همچنین، طبق سند تحول نظام توزیع کالا در ایران، به‌عنوان اولویت و ضرورت‌های پژوهش، می‌توان به ارتقای انگیزه نوآوری در واحدهای توزیعی و تقویت همکاری میان واحدهای سنتی و مدرن توزیعی اشاره کرد.

1. Nasiri, Deymeh, Karimi & Miandoabchi
2. Omni-Channel (OC)
3. Buy-Online-Pickup-in-Store (BOPS)
4. Order-in-Store-Deliver-to-Home (OSDH)
5. Modak and Kelle
6. Buy- Online- Deliver- to- Home (BODH)

سؤال‌های مهمی که در این مقاله به آن‌ها پاسخ داده خواهد شد، عبارت‌اند از:

۱. در کانال‌های مختلف توزیع تحت بررسی، چه عواملی بر بهبود سود و تقاضای خرده‌فروشان تأثیر بسزایی دارند؟

۲. در نظر گرفتن سیاست مرجوعی چه تأثیری بر قیمت و سود خرده‌فروشی دارد؟

ادامه ساختار مقاله بدین شرح است. در بخش بعد، مروری بر ادبیات مربوط به زنجیره‌های تأمین با کانال توزیع چندگانه و کانال همه‌کاره انجام شده و به‌کارگیری تصمیمات قیمت‌گذاری بررسی شده است. سپس، مدل‌سازی ریاضی مربوط به یک زنجیره تأمین دوسطحی، متشکل از یک تولیدکننده و سه نوع خرده‌فروش با کانال‌های توزیع سنتی، الکترونیک و همه‌کاره انجام شده است. در بخش چهارم، مسئله به کمک نرم افزار گمز حل شده است. افزون بر این، به حل مسائل نمونه‌ای در طیف وسیعی از پارامترها پرداخته شده و در ادامه تحلیل حساسیت ارائه شده است. در بخش آخر، نتیجه‌گیری، نگرش مدیریتی و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی بیان شده است.

پیشینه پژوهش

یکی از روش‌های محبوب خرید در محیط‌های دارای خرده‌فروشی کانال توزیع همه‌کاره، استفاده از گزینه «خرید برخط، دریافت در فروشگاه» است (گالینو و مورنو^۱، ۲۰۱۴؛ گائو و سو^۲، ۲۰۱۷). این نوع کانال توزیع به مشتریان اجازه می‌دهد تا سفارش‌های برخط ثبت‌شده را از فروشگاه‌های در نزدیکی خانه خود دریافت کنند. مشتریان در این گزینه، معمولاً در مقایسه با گزینه تحویل درب منزل، زمان انتظار بسیار کمتری برای دریافت سفارش‌های خود تجربه می‌کنند (وو و چن^۳، ۲۰۲۲).

در گزینه‌های «خرید برخط، عودت به فروشگاه»^۴ و «خرید برخط، عودت برخط»^۵، گاهی از سیاست مرجوعی کالا استفاده می‌شود. در کانال برخط، به‌علت نداشتن تجربه فیزیکی محصول، این امکان وجود دارد که مشتری در صورت نارضایتی از محصول، با دریافت تمام یا بخشی از هزینه، اجازه داشته باشد که محصول را عودت دهد (صالحی، طالعی‌زاده، توکلی مقدم و حافظ‌الکتاب^۶، ۲۰۲۰).

طبق تحقیقات مشابه در مرور ادبیات و نیز نتایج پژوهش صبوری، نصیری و صالحی (۱۴۰۱)، در نظر گرفتن سیاست مرجوعی، به افزایش سود کل زنجیره تأمین منجر می‌شود. بنابراین در نظر گرفتن این سیاست، به همراه تصمیم‌های قیمت‌گذاری و بررسی اثر آن در حالات مختلف، می‌تواند موضوع جذاب تحقیقاتی باشد. محقر، جولای و حیدری (۱۳۹۹)، یک زنجیره تأمین چندکاناله تحت تقاضای تصادفی را مورد مطالعه قرار دادند. هدف از این تحقیق حداکثرسازی، سود زنجیره تأمین در دو حالت تصمیم‌گیری متمرکز و نامتمرکز است. نتایج حاصل از

1. Gallino and Moreno
2. Gao and Su
3. Wu and Chen
4. Buy-Online-Return-to-Store (BORS)
5. Buy-Online-Return-Online (BORO)
6. Salehi, Taleizadeh, Tavakkoli-Moghaddam & Hafezalkotob

مدل حاکی از آن است که سود کل زنجیره تأمین در حالت متمرکز نسبت به حالت نامتمرکز بیشتر است. همچنین این نتیجه حاصل شد که میانگین سود اعضا و سود کل زنجیره تأمین با افزایش قیمت فروش نهایی و توان تولید محصول، افزایش می‌یابد؛ ولی سرعت رشد سود با افزایش قیمت فروش بیش از سرعت رشد سود با افزایش حداکثر تولید است.

رهنمای رحمانی و طالع‌زاده (۱۳۹۷)، در مطالعه خود یک زنجیره تأمین دو سطحی را تحت بازار معاملات کربن مورد بررسی قرار دادند و به منظور هماهنگ‌سازی، از قرارداد تأخیر در پرداخت استفاده کردند. طبق نتایج حاصله، با افزایش قیمت معامله کربن، قیمت عمده‌فروشی و قیمت خرده‌فروشی در ابتدا افزایش می‌یابد، سپس ثابت باقی می‌ماند؛ همچنین سود زنجیره تأمین افزایش می‌یابد.

گیری و شارما^۱ (۲۰۱۴) در پژوهش دیگری یک زنجیره تأمین دو سطحی متشکل از یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه تقاضا به هزینه تبلیغات وابسته است. با تبلیغات همکارانه، سود خرده‌فروشان، تولیدکننده و کل زنجیره تأمین در مقایسه با تبلیغات غیرهمکارانه افزایش می‌یابد. نتایج محاسباتی نشان می‌دهد که اتخاذ استراتژی قیمت‌گذاری عمده‌فروشی متفاوت برای خرده‌فروشان همواره برای تولیدکننده سودآور است. در مطالعه دیگری، راضا^۲ (۲۰۱۵) مدلی را برای پرداختن به موضوع تقسیم‌بندی بهینه بازار با استفاده از ابزار تمایز قیمت^۳ پیشنهاد داده است. در این مدل، سیستم تحت بررسی نشت تقاضا از یک بخش بازار به بخش دیگر را تجربه می‌کند و با تقاضای تصادفی وابسته به قیمت مواجه می‌شود. در تحلیل عددی، نشان داده شده که افزایش نسبت نشتی تقاضا، مزیت رقابتی را که یک شرکت می‌تواند با تقسیم‌بندی بازار با استفاده از ابزار تمایز قیمتی بهینه به دست آورد، کاهش می‌دهد.

فرخی و راستی برزکی (۱۳۹۴) در مطالعه خود یک زنجیره تأمین دو سطحی را مورد بررسی قرار دادند که تولیدکننده برای تصاحب بازار برای خرده‌فروشان تخفیف در نظر گرفته است. نتایج مدل حاکی از آن است که کاهش نسبت کالای دریافتی خرده‌فروش از سوی تولیدکننده، به کاهش قیمت خرده‌فروشی آن منجر خواهد شد. به علاوه عرضه انحصاری یک کالا، به افزایش قیمت عمده‌فروشی منجر خواهد شد.

نهفتی کهنه و تیموری (۱۳۹۵) یک مدل دو هدفه تحت شرایط عدم قطعیت برای محصول فسادپذیر (خون) با در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت ارائه دادند. هدف مسئله، کاهش زمان حمل‌ونقل و حداکثرسازی مناطق تحت پوشش است و نتیجه گرفتند که برای کاهش زمان حمل‌ونقل باید مکان‌های بالقوه بیشتری در نظر گرفته شود.

ژائو، وی و لی^۴ (۲۰۱۸) در مطالعه خود موضوع قیمت‌گذاری دو محصول مکمل را در یک زنجیره تأمین دو سطحی متشکل از دو تولیدکننده و یک خرده‌فروش به صورت نامتمرکز در شرایط تقاضای فازی تحلیل کرده‌اند. همچنین

1. Giri and Sharma

2. Raza

۳. یکی از ابزارهای رایج در مدیریت درآمد است که در آن، یک فروشنده محصولات یا خدمات یکسان یا متفاوت را با قیمت‌های متفاوت به مشتریان خود ارائه می‌دهد.

4. Zhao, Wei & Li

تأثیر درجه فازی پارامتر بر قیمت‌های بهینه، حداکثر تقاضای مورد انتظار، حاشیه سود و حداکثر سود مورد انتظار در بازی‌های اجرا شده در این تحقیق تحلیل شده است.

موداک و کله (۲۰۱۹) نیز در یک زنجیره تأمین دو سطحی برای رسیدن به طیف وسیع‌تری از مشتریان، کانال سنتی خرده‌فروشی را با یک کانال برخط مستقیم ترکیب کردند. نتایج نشان می‌دهد که عدم قطعیت در دو کانال، به مدیریت بهتر موجودی برای کنترل کسری یا مازاد موجودی منجر می‌شود و این مهم بر قیمت بهینه و زمان تحویل تأثیر گذار است.

همچنین صالحی و همکارانش (۲۰۲۰) یک زنجیره تأمین دوکاناله متشکل از کانال‌های برخط و سنتی را در نظر گرفتند. در این مطالعه از سیاست مرجوعی استفاده شده است. در کانال برخط، به‌علت نداشتن تجربه فیزیکی محصول، این امکان وجود دارد که مشتری در صورت نارضایتی از محصول، اجازه دارد محصول را عودت دهد. طبق نتایج حاصله، مشخص شده است که تصمیم‌های استراتژیک به تصمیم‌های تاکتیکی وابسته است و هر دو نوع تصمیم باید هم‌زمان در مسائل طراحی شبکه زنجیره تأمین در نظر گرفته شوند.

در مطالعه دیگری، سانگ، فان، تانگ و ژو^۱ (۲۰۲۱)، استفاده از گزینه «خرید برخط، دریافت در فروشگاه» در صنعت محصولات غذایی با نرخ زیان بالاتر (فسادپذیرتر) را سودآورتر و مؤثرتر دانستند. طبق نتایج مطالعه آنان، زمانی که نسبت مشتریان برخط بیشتر باشد، عملکرد کانال همه‌کاره نه‌تنها سود خرده‌فروش را بهبود می‌بخشد، بلکه مازاد مصرف‌کننده^۲ را نیز افزایش می‌دهد. از گزینه‌های دیگر کانال همه‌کاره که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته، کانال الکترونیک است. زمانی که هزینه تحویل درب منزل نسبتاً زیاد باشد، حالت «خرید برخط، دریافت در فروشگاه» می‌تواند سود بیشتری داشته باشد. جالب اینکه سود حالت «خرید برخط، دریافت در فروشگاه» برای محصولات با نرخ زیان کمتر در فروشگاه، کمتر نیز خواهد بود.

مؤمن و ترابی^۳ (۲۰۲۱) در پژوهشی، گزینه‌های «خرید برخط، دریافت در فروشگاه» و «سفارش در فروشگاه، تحویل درب منزل» کانال همه‌کاره را بررسی کردند. آن‌ها با مقایسه قیمت‌های فروش خرده‌فروشی در شرایط مختلف تقاضا، به این نتیجه رسیدند که قیمت خرده‌فروشی در شرایط عدم قطعیت تقاضا، می‌تواند بالاتر از حالت تقاضای قطعی باشد؛ بنابراین با وجود خرده‌فروشی کانال همه‌کاره، تورم قیمتی در بازار وجود ندارد.

مؤمنی و زرشکی (۱۴۰۰) نیز یک زنجیره تأمین حلقه بسته در شرایط عدم قطعیت با در نظر گرفتن سیاست مرجوعی ارائه دادند. نتایج تحقیق نشان داد با افزایش سطح کیفی محصولات مرجوعی، نیاز به مواد اولیه کاهش یافته و در نتیجه، سود کلی زنجیره افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش تعداد محصولات مرجوعی، به دلیل افزایش هزینه‌های عملیاتی (نیاز به ایجاد تأسیسات جدید) میزان سوددهی کاهش می‌یابد که این امر خود می‌تواند زنجیره را در سطوح بالای مرجوعی غیرسودآور کند.

1. Song, Fan, Tang & Xu
2. Consumer surplus
3. Momen and Torabi

وانگ، دیابات و وو^۱ (۲۰۲۱) در تحقیق خود یک زنجیره تأمین دو سطحی را بررسی کردند. در این تحقیق دو تأمین کننده رقیب، محصولات قابل تعویض را از طریق یک خرده‌فروش مشترک به دو نوع مشتری می‌فروشند. در این تحقیق مشتریان به دو گروه حساس به قیمت و وفادار به برند تقسیم‌بندی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که قیمت‌های خرده‌فروشی و مقادیر سفارش و سود خرده‌فروش با جایگزینی سطح، بین دو محصول و تقاضای پایه مشتریان وفادار افزایش می‌یابد.

سریواستاو، ژانگ، ایچمپاتی، شارما و لیو^۲ (۲۰۲۲) در مطالعه دیگری یک مدل زنجیره تأمین چند کاناله خرده‌فروشی در سه حالت سنتی، وبگاه و موبایل توسعه دادند. نتایج حاصله حاکی از آن است که در میان گروه‌های ناهمگن مشتریان، می‌توان سودآوری و درآمد را با تنظیم ترکیبی از مشتریان کانال همه‌کاره (سنتی و برخط) به حداکثر رساند.

شکاف تحقیقاتی

با توجه به مطالعات بررسی شده در جدول ۱، می‌توان دریافت که بحث بررسی زنجیره تأمین با در نظر گرفتن کانال‌های توزیع متنوع با تقاضای وابسته به قیمت، زمان تحویل و سیاست مرجوعی خرده‌فروشی در سال‌های اخیر همواره مورد توجه محققان بوده است؛ ولی تأثیر هم‌زمان هر سه عامل فوق در آن‌ها کمتر بررسی شده است. از این رو در تحقیق حاضر، یک زنجیره تأمین دو سطحی با در نظر گرفتن کانال‌های توزیع مختلف متشکل از یک تولیدکننده و چندین خرده‌فروش متنوع شامل خرده‌فروش سنتی، الکترونیک و کانال همه‌کاره با تابع هدف غیرخطی در نظر گرفته شده است و تأثیر هر سه عامل به‌صورت هم‌زمان بررسی می‌شود. همچنین، مانند مطالعه مؤمن و ترابی (۲۰۲۱)، تابع تقاضا به‌صورت قطعی در نظر گرفته شده است و تقاضا با قیمت مرجوعی (در کانال برخط) رابطه مستقیم و با قیمت فروش خرده‌فروشی و مدت زمان تحویل رابطه معکوس دارد.

طبق مطالعه صالحی و همکاران (۲۰۲۱) در کانال برخط، به‌علت نداشتن تجربه فیزیکی محصول، این امکان وجود دارد که مشتری در صورت نارضایتی از محصول، به‌جای دریافت تمام یا بخشی از هزینه پرداختی، محصول را عودت دهد. لذا با توجه به جدول ۱، در این تحقیق، سیاست مرجوعی در خرده‌فروشی الکترونیک نیز در نظر گرفته شده که به‌علت ماهیت بر خط بودن این کانال، در نظر گرفتن سیاست مرجوعی ضروریست.

با توجه به نتایج مطالعات قبلی (مؤمن و ترابی، ۲۰۲۱؛ موداک و کله، ۲۰۱۹) در مورد اهمیت وابستگی تقاضا به مدت زمان تحویل در خریدهای اینترنتی، در پژوهش حاضر نیز مدت زمان تحویل به‌عنوان متغیر تصمیم در نظر گرفته شد.

1. Wang, Diabat and Wu

2. Srivastava, Zhang, Eachempati, Sharma & Liu

جدول ۱. ویژگی مدل‌ها و مؤلفه‌های زنجیره تأمین در مقاله‌های مورد بررسی

رویکرد حل	کانال مورد بررسی		سیاست مرجوعی	زمان تحویل	حساسیت تقاضا به	وضعیت تقاضا		تصمیمات اخذ شده		تعداد سطوح		نویسندگان
	همه کاره	چندکاناله				غیر قطعی	قطعی	کنترل موجودی	قیمت‌گذاری	چند	دو	
دقیق	-	-	-	✓	قیمت - زمان تدارک - نوع برند	-	✓	-	✓	-	✓	فرخی و راستی بزرگی (۱۳۹۴)
دقیق	-	-	-	✓	جریان مواد و کالا	✓	-	✓	-	✓	-	نهفتی کهنه و تیموری (۱۳۹۵)
دقیق	-	-	-	-	قیمت - سطح سازگاری با محیط	-	✓	-	✓	-	✓	رهنمای رحمانی و طالبی زاده (۱۳۹۸)
دقیق	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	مختار، جولای و حیدری (۱۳۹۹)
دقیق	-	-	-	-	هزینه تبلیغات	-	✓	-	✓	-	✓	گیری و شارما (۲۰۱۴)
دقیق	-	✓	-	-	قیمت	✓	-	✓	✓	به این صورت تعریف نشده است.		راضا (۲۰۱۵)
دقیق	-	-	-	-	قیمت	✓	-	-	✓	-	✓	ژانو، وی و لی (۲۰۱۸)
دقیق	-	✓	-	✓	قیمت - زمان تحویل	✓	-	✓	✓	-	✓	موادک و کله (۲۰۱۹)
دقیق	-	✓	✓	-	قیمت - سیاست مرجوعی	✓	-	✓	✓	✓	-	صالحی و همکاران (۲۰۲۰)
دقیق	✓	-	-	-	قیمت	-	✓	✓	✓	-	✓	سانگ و همکاران (۲۰۲۱)
فرا ابتکاری	✓	-	-	✓	قیمت - مدت زمان تحویل	✓	✓	-	✓	-	✓	مومن و ترابی (۲۰۲۱)
دقیق	-	-	✓	-	جریان مواد و کالا	✓	-	✓	✓	✓	-	مومنی و زرشکی (۲۰۲۱)
دقیق	-	-	-	-	قیمت	✓	-	✓	✓	-	✓	وانگ، دیپات و وو (۲۰۲۱)
دقیق	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	سربوستانو و همکاران (۲۰۲۲)
دقیق	✓	-	✓	✓	قیمت - مدت زمان تحویل - سیاست مرجوعی	-	✓	-	✓	-	✓	تحقیق حاضر

۳. مسئله تک‌دوره‌ای و تک محصولی است.
۴. تقاضا قطعی و به قیمت وابسته است، همچنین زمان تحویل و سیاست مرجوعی در کانال برخط در نظر گرفته شده است.
۵. یک تولیدکننده وجود دارد.

ارائه مدل ریاضی

در این بخش مدل ریاضی شامل مجموعه‌ها، پارامترها، متغیرها، تابع سود و محدودیت‌ها ارائه می‌شود.

مجموعه‌ها

سطوح خرده‌فروشان: $i = 1, 2, 3$ ، سنتی ($i = 1$)، الکترونیک ($i = 2$)، کانال همه‌کاره ($i = 3$).

پارامترها

Pm : قیمت عمده‌فروشی تولیدکننده.

k : هزینه ادغام کانال همه‌کاره.

k' : مجموع هزینه ادغام در کانال توزیع همه‌کاره و میانگین هزینه تحویل در فروشگاه.

c' : میانگین هزینه تحویل برای هر واحد تقاضای انتقال یافته از فروشگاه در کانال همه‌کاره.

c_0, c_1 : پارامترهای هزینه وابسته به زمان تحویل کانال الکترونیک.

c_2, c_3 : پارامترهای هزینه وابسته به زمان تحویل در کانال همه‌کاره.

β : حساسیت قیمتی تقاضا در کانال توزیع سنتی، الکترونیک و کانال همه‌کاره.

θ : حساسیت سیاست مرجوعی تقاضا در کانال الکترونیک.

δ_1 : درصد مشتریانی که بین کانال توزیع سنتی و الکترونیک به علت تفاوت قیمت جابه‌جا می‌شوند.

δ_2 : درصد مشتریانی که بین کانال توزیع سنتی و کانال همه‌کاره به علت تفاوت قیمت جابه‌جا می‌شوند.

δ_3 : درصد مشتریانی که بین کانال توزیع همه‌کاره و الکترونیک به علت تفاوت قیمت جابه‌جا می‌شوند.

γ_i : حساسیت تقاضا به زمان تحویل در کانال الکترونیک و کانال همه‌کاره به ازای $i = 2, 3$.

τ_1 : درصد مشتریانی که از کانال الکترونیک یا کانال همه‌کاره به علت افزایش زمان تحویل، به سایر کانال‌ها منتقل می‌شوند.

τ_2 : درصد مشتریانی که از کانال الکترونیک به علت تفاوت زمان تحویل با کانال همه‌کاره، به کانال همه‌کاره منتقل می‌شوند.

R : مقدار محصول مرجوعی برای کانال توزیع الکترونیک.

ϕ : مقدار محصول مرجوعی مستقل از قیمت مرجوعی در کانال توزیع الکترونیک.

φ : حساسیت قیمت مرجوعی به مقدار محصول مرجوعی در کانال توزیع الکترونیک.

γ_i : تقاضای قطعی کانال توزیع سنتی، الکترونیک و همه‌کاره به ازای $i = 1, 2, 3$.
 n : شاخص ترجیح کانال توزیع «سفارش در فروشگاه، تحویل در منزل» به طوری که $n \in [0, 1]$.
 α_i : تقاضای بالقوه هر کانال به ازای $i = 1, 2, 3$.

متغیرهای تصمیم

P_i : قیمت فروش محصول در کانال توزیع سنتی، الکترونیک و همه‌کاره به ازای $i = 1, 2, 3$.
 l_i : زمان تحویل کانال الکترونیک و همه‌کاره به ازای $i = 2, 3$.
 r : قیمت مرجوعی در کانال الکترونیک.

توابع تقاضا

در ادامه، روابط مرتبط با تقاضای خرده‌فروشان به صورت جداگانه ارائه شده است. رابطه ۱ نشان‌دهنده تقاضای قطعی خرده‌فروشی سنتی است که به قیمت کانال توزیع سنتی، زمان تحویل کانال الکترونیک، نشستی تقاضا به علت تفاوت قیمت خرده‌فروشی سنتی با کانال توزیع الکترونیک و کانال همه‌کاره وابسته است. پارامتر α_1 کل سهم بازار خرده‌فروش سنتی است که از حساسیت قیمت تقاضا در کانال خرده‌فروشی سنتی در رابطه خطی تقاضا پیروی می‌کند ($\beta > 0$). در صورتی که قیمت بین کانال‌های خرده‌فروشی سنتی و الکترونیک به اندازه $(P_2 - P_1)$ افزایش یابد، تقاضای خرده‌فروشی سنتی نیز به اندازه $\delta_1(P_2 - P_1)$ افزایش می‌یابد.
 فرض می‌شود اگر زمان تحویل کانال الکترونیک به اندازه l_2 افزایش یابد، مقدار $\gamma_2 \times l_2$ واحد از تقاضای آن از بین می‌رود به طوری که مقدار $\tau_1 \times \gamma_2 \times l_2$ واحد تقاضا با احتمال یکسان بین خرده‌فروشی‌های نوع ۱ و ۳ (یعنی کانال‌های سنتی و همه‌کاره) منتقل خواهد شد.

$$y_1(P_1) = \alpha_1 - \beta P_1 + \frac{\tau_1}{2} (\gamma_2 l_2) + \delta_1(P_2 - P_1) + \delta_2(P_3 - P_1) \quad (\text{رابطه ۱})$$

رابطه ۲ تقاضای خرده‌فروش کانال الکترونیک را نشان می‌دهد. این کانال توزیع دارای سیاست مرجوعی است. در این حالت تقاضای خرده‌فروش الکترونیک، به قیمت و زمان تحویل در آن کانال، نشستی تقاضا به علت تفاوت قیمت خرده‌فروش الکترونیک با کانال توزیع سنتی و همه‌کاره و قیمت مرجوعی ناشی از سیاست مرجوعی وابسته است. در صورتی که مصرف‌کننده پس از دریافت محصول راضی نباشد، می‌تواند محصول را با قیمت مرجوعی (r) در مدت زمان معین عودت دهد.

$$y_2(P_2, r, l_2) = \alpha_2 - \beta P_2 - \gamma_2 l_2 + \tau_2(l_3 - l_2) - \delta_1(P_2 - P_1) + \delta_3(P_3 - P_2) + \theta r \quad (\text{رابطه ۲})$$

رابطه ۳ تقاضای خرده‌فروش کانال همه‌کاره را نشان می‌دهد. در این حالت، تقاضا به قیمت، زمان تحویل کانال همه‌کاره و الکترونیک، نشستی تقاضا به علت تفاوت زمان تحویل با کانال توزیع الکترونیک و تفاوت قیمت کانال همه‌کاره با کانال توزیع سنتی و الکترونیک وابسته است.

$$y_3(P_3, l_3) = \alpha_3 - \beta P_3 - \gamma_3 l_3 + \frac{\tau_1}{2} (\gamma_2 l_2) - \tau_2 (l_3 - l_2) - \delta_2 (P_3 - P_1) - \delta_3 (P_3 - P_2) \quad \text{رابطه ۳}$$

طبق مطالعه مؤمن و ترابی (۲۰۲۱)، به‌علت کشش زمان تحویل، مقدار $\tau_2 (l_3 - l_2)$ واحد تقاضا بین خرده‌فروشی الکترونیک و کانال همه‌کاره منتقل می‌شود و $(\tau_2 \leq \gamma_3 \text{ و } \tau_2 \leq \gamma_2)$ و مقدار $(\gamma_2 - \tau_1 - \tau_2) \times l_2$ واحد تقاضا از بازار حذف می‌شود که این موضوع برای کانال همه‌کاره نیز صدق می‌کند. شایان ذکر است که با توجه به خدمات «خرید برخط، دریافت در فروشگاه» در مدل کسب‌وکار خرده‌فروشی کانال همه‌کاره، در صورت افزایش زمان تحویل کانال همه‌کاره، فرض بر این است که مصرف‌کنندگان برای صرفه‌جویی در زمان، می‌بایست سفارش‌های خود را از فروشگاه سنتی کانال همه‌کاره دریافت کنند. همچنین فرض شده که تعداد مصرف‌کنندگانی که فرایند خرید را به‌علت افزایش زمان تحویل در خرده‌فروشی کانال همه‌کاره ترک می‌کنند، نسبت به خرده‌فروشی الکترونیک کمتر خواهند بود $(\gamma_2 \geq \gamma_3)$.

تابع مرجوعی

تابع مرجوعی کانال الکترونیک به‌صورت رابطه ۴ است. با در نظر گرفتن سیاست مرجوعی برای کانال الکترونیک، تابع مرجوعی این کانال، به قیمت مرجوعی وابسته است:

$$R = \phi + \phi r \quad \text{رابطه ۴}$$

در بخش اول رابطه ۴، ϕ مقدار محصول مرجوعی مستقل از قیمت مرجوعی و در بخش دوم آن، ϕr حساسیت مقدار مرجوعی وابسته به قیمت مرجوعی است؛ همچنین مقدار مرجوعی R با افزایش قیمت مرجوعی، به‌علت کاهش ریسک، افزایش می‌یابد. طبق پژوهش‌های بررسی شده و نیز مطالعه صالحی و همکاران (۲۰۲۰)، با توجه به عدم مشاهده فیزیکی محصول توسط مشتری در خریدهای برخط، در نظر گرفتن سیاست مرجوعی محصول برای مشتریان امری ضروری به نظر می‌رسد.

برای حالت «سفارش در فروشگاه، تحویل در منزل»، یک شاخص ترجیح نسبت به سایر کانال‌ها برای مصرف‌کننده (n) در نظر گرفته شده است. همچنین به‌علت تحت پوشش قرار گرفتن مشتریان کانال‌های سنتی و برخط، می‌توان حداکثر تقاضای بالقوه کانال همه‌کاره (α_3) را با حداکثر تقاضای بالقوه بازار برابر دانست. از این رو، در رابطه ۵ میانگین هزینه تحویل تقاضای انتقال یافته از فروشگاه در کانال توزیع همه‌کاره محاسبه شده است.

$$k' = k + (c' \times n \times \alpha_3) \quad \text{رابطه ۵}$$

عبارت $c' \times n \times \alpha_3$ میانگین هزینه تحویل در فروشگاه است که با هزینه ادغام در کانال توزیع همه‌کاره (k) جمع شده و برای سهولت در مدل‌سازی، k' در نظر گرفته شده است. همچنین π نماد تابع سود کل زنجیره تأمین است. در نهایت تابع سود کل زنجیره تأمین که از مجموع سود خرده‌فروشان حاصل می‌شود به‌صورت رابطه ۶ ارائه شده است.

$$\begin{aligned} \text{رابطه ۶)} \quad \text{MAX}\pi &= \sum_{i=1}^3 (P_i - Pm) y_i - R(r - Pm) - (c_0 - c_1 l_2)^2 - (c_2 - c_3 l_3)^2 - k' \\ &= (P_1 - Pm)y_1 + [(P_2 - Pm)y_2 - R(r - Pm) - (c_0 - c_1 l_2)^2] \\ &\quad + [(P_3 - Pm)y_3 - (c_2 - c_3 l_3)^2 - k'] \end{aligned}$$

Subject to:

$$r \leq P_2 \leq P_1 \quad \text{رابطه ۷)}$$

$$P_3 \leq P_1 \quad \text{رابطه ۸)}$$

$$r, P_1, P_2, P_3, l_2, l_3 \geq 0 \quad \text{رابطه ۹)}$$

منظور از هزینه ادغام در کانال همه کاره این است که کانال همه کاره یک نهاد مستقل در بازار است که دارای کانال های فروش فیزیکی و برخط است. از این رو، برای بررسی اثرهای خدمات تکمیل یکپارچه^۱ در بازار، کانال همه کاره، می بایست هزینه ادغام کانال های «خرید برخط، دریافت در فروشگاه» و «سفارش در فروشگاه، تحویل در منزل» را پردازد.

در رابطه ۶ عبارت اول سود خرده فروش سنتی، عبارت دوم سود خرده فروش الکترونیک است که پس از کسر هزینه مرجوعی کانال الکترونیک و هزینه تحویل در این کانال محاسبه شده است. عبارت سوم، سود خرده فروشی کانال همه کاره پس از کسر هزینه زمان تحویل، هزینه ادغام و میانگین هزینه ارسال به فروشگاه برای کانال توزیع همه کاره را نشان می دهد. محدودیت های ۷ و ۸ روابط بین قیمت در بین خرده فروشان مختلف را نشان می دهد. رابطه ۹ نیز نشان دهنده غیرمنفی بودن متغیرهای تصمیم است.

ارائه روش حل

در این بخش ابتدا به حل یک مثال عددی مطابق با داده های ورودی جدول ۲ پرداخته شده است. مدل ریاضی با استفاده از نرم افزار گمز و حل کننده های CONOPT و BARON در رایانه ای با پردازنده Intel(R) Core(TM) i5- 8250U CPU @ 1.60GHz 1.80 GHz و رم ۱۲ گیگابایت کدنویسی و اجرا شده است. روش حل عددی با استفاده از الگوریتم های موجود در نرم افزار گمز، گاهی یک جواب بهینه محلی و مطلوب است و الزاماً ممکن است بهینه سراسری نباشد. نتایج حل مسئله نمونه در ابعاد کوچک در جدول ۳ نشان داده شده است. مقدار عددی پارامترهای $Pm = 150$ ، $k' = 18000$ ، $c_1, c_2 = 50$ ، $c_3 = 15$ ، $\alpha_1 = 300$ ، $\alpha_2 = 250$ و $\alpha_3 = 360$ ثابت در نظر گرفته شده اند.

جدول ۲. پارامترهای ورودی

پارامترها	β	θ	γ_2	γ_3	τ_1	τ_2	δ_1	δ_2	δ_3	ϕ	φ
داده ها	۰/۷۵	۰/۰۲	۰/۷	۰/۵	۰/۸	۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۰۱	۰/۰۲

جدول ۳. نتایج حل عددی

π	y_3	y_2	y_1	l_3	l_2	r	P_3	P_2	P_1
۱۹۳۲۳/۹	۱۳۸/۱	۵۵/۹	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۱۲۸/۵	۲۸۷/۲	۲۵۷/۶	۲۸۷/۲

حل مسائل نمونه‌ای و تحلیل حساسیت

در جدول ۴، تعداد ۲۸ نمونه مسئله و نتایج حاصله به‌منظور اعتبارسنجی مدل در طیفی از پارامترها ارائه شده است.

جدول ۴. مقادیر حل عددی نمونه مسائل طراحی شده

π	y_3	y_2	y_1	l_3	l_2	r	P_3	P_2	P_1	تغییرات	پارامترها	شماره مسئله
۱۱۷۵۲/۶	۱۰۰	۳۴	۴۱/۵	۳/۲	۳/۴	۱۱۹/۳	۲۶۷/۲	۲۳۹/۱	۲۶۷/۲	۰/۸۳	β	۱
۱۴۲۸۲/۸	۱۲۰/۷	۵۲/۷	۶۲/۱	۳/۲	۳/۴	۱۲۲/۵	۲۷۴/۲	۲۴۵/۶	۲۷۴/۲	۰/۸		۲
۳۱۸۷۶/۴	۱۴۵/۷	۷۶/۴	۸۷/۱	۳/۱	۳/۴	۱۴۳/۴	۳۱۹/۲	۲۸۷/۳	۳۱۹/۲	۰/۶۵		۳
۴۹۶۱۰/۴	۱۵۳/۲	۸۴/۱	۹۴/۶	۳/۱	۳/۴	۱۶۳/۸	۳۶۲/۷	۳۲۸/۱	۳۶۲/۷	۰/۵۵		۴
۱۹۱۲۶	۱۳۸/۱	۶۸/۸	۷۹/۶	۳/۲	۳/۴	۱۳۱	۲۸۴/۸	۲۶۲/۵	۲۸۴/۸	۰/۳۵	$\delta_1, \delta_2, \delta_3$	۵
۱۹۱۷۹/۹	۱۳۸/۱	۶۸/۸	۷۹/۶	۳/۲	۳/۴	۱۳۰/۳	۲۸۵/۴	۲۶۱/۲	۲۸۵/۴	۰/۳		۶
۱۹۵۵۰/۵	۱۳۸/۱	۶۸/۸	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۱۲۵/۷	۲۹۰/۱	۲۵۱/۹	۲۹۰/۱	۰/۱		۷
۱۹۷۲۱	۱۳۸/۲	۶۸/۷	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۱۲۳/۵	۲۹۲/۲	۲۴۷/۶	۲۹۲/۲	۰/۰۵		۸
۲۱۷۱۹/۳	۱۳۸/۱	۱۷۸/۱	۷۹/۶	۳/۲	۳/۳	۲۷۳/۱	۲۹۰/۵	۲۷۳/۱	۲۹۰/۵	۰/۱۱	θ	۹
۲۱۰۶۲/۸	۱۳۸/۱	۱۴۰/۱	۷۹/۶	۳/۲	۳/۳	۲۹۶/۱	۲۸۹/۷	۲۶۹/۱	۲۸۹/۷	۰/۰۹		۱۰
۲۰۴۳۶/۶	۱۳۸/۱	۸۹/۹	۷۹/۶	۳/۲	۳/۴	۲۶۵/۳	۲۸۸/۸	۲۶۵/۳	۲۸۸/۸	۰/۰۷		۱۱
۱۹۸۸۳/۸	۱۳۸/۱	۷۷/۱	۷۹/۶	۳/۲	۳/۴	۲۱۴	۲۸۸	۲۶۱/۴	۲۸۸	۰/۰۵		۱۲
۱۹۲۳۹/۹	۱۳۷/۸	۶۸/۴	۷۹/۹	۳/۱	۳/۴	۱۲۸/۴	۲۸۷/۲	۲۵۷/۲	۲۸۷/۲	۰/۹ و ۰/۷	γ_1, γ_2	۱۳
۱۹۲۸۱/۷	۱۳۸	۶۸/۶	۷۹/۷	۳/۱	۳/۴	۱۲۸/۴	۲۸۷/۲	۲۵۷/۴	۲۸۷/۲	۰/۸ و ۰/۶		۱۴
۱۹۳۶۶/۵	۱۳۸/۳	۶۹	۷۹/۴	۳/۲	۳/۴	۱۲۸/۶	۲۸۷/۳	۲۵۷/۷	۲۸۷/۳	۰/۶ و ۰/۴		۱۵
۱۹۴۰۹/۷	۱۳۸/۴	۶۹/۲	۷۹/۳	۳/۲	۳/۴	۱۲۸/۷	۲۸۷/۳	۲۵۷/۹	۲۸۷/۳	۰/۵ و ۰/۳		۱۶
۱۹۴۹۰/۷	۱۳۸/۳	۶۸/۷	۷۹/۷	۳/۱	۳/۴	۱۲۸/۵	۲۸۷/۴	۲۵۷/۶	۲۸۷/۴	۱ و ۰/۷	τ_1, τ_2	۱۷
۱۹۴۵۷/۱	۱۳۸/۲	۶۸/۸	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۱۲۸/۵	۲۸۷/۳	۲۵۷/۶	۲۸۷/۳	۰/۹ و ۰/۶		۱۸
۱۹۲۹۱	۱۳۸	۶۸/۸	۷۹/۵	۳/۲	۳/۳	۱۲۸/۵	۲۸۷/۲	۲۵۷/۶	۲۸۷/۲	۰/۷ و ۰/۴		۱۹
۱۹۲۵۸/۶	۱۳۷/۹	۶۸/۹	۷۹/۵	۳/۲	۳/۳	۱۲۸/۵	۲۸۷/۱	۲۵۷/۶	۲۸۷/۱	۰/۶ و ۰/۳		۲۰
۱۹۸۳۸/۸	۱۳۸/۱	۶۸/۴	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۸۳/۹	۲۸۷/۱	۲۵۷/۱	۲۸۷/۱	۰/۱۲	φ	۲۱
۱۹۶۷۳/۲	۱۳۸/۱	۶۸/۴	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۸۶/۹	۲۸۷/۱	۲۵۷/۲	۲۸۷/۱	۰/۰۹		۲۲
۱۹۵۶۴/۳	۱۳۸/۱	۶۸/۴	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۹۰/۲	۲۸۷/۲	۲۵۷/۲	۲۸۷/۲	۰/۰۷		۲۳
۱۹۴۵۸/۳	۱۳۸/۱	۶۸/۵	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۹۶/۴	۲۸۷/۲	۲۵۷/۳	۲۸۷/۲	۰/۰۵		۲۴
۱۹۳۳۷/۷	۱۳۸/۱	۶۸/۷	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۱۱۶	۲۸۷/۲	۲۵۷/۴	۲۸۷/۲	۰/۵۱	ϕ	۲۵
۱۹۳۳۱/۴	۱۳۸/۱	۶۸/۷	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۱۲۱	۲۸۷/۲	۲۵۷/۵	۲۸۷/۲	۰/۳۱		۲۶
۱۹۳۲۶/۱	۱۳۸/۱	۶۸/۸	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۱۲۶	۲۸۷/۲	۲۵۷/۵	۲۸۷/۲	۰/۱۱		۲۷
۱۹۳۲۵	۱۳۸/۱	۶۸/۸	۷۹/۶	۳/۱	۳/۴	۱۲۷/۳	۲۸۷/۲	۲۵۷/۵	۲۸۷/۲	۰/۰۶		۲۸

سطرهای جدول ۴، پارامترهای حساسیت مسئله هستند که به ترتیب پارامتر حساسیت قیمتی تقاضا، پارامتر ناشی تقاضا به علت تفاوت قیمت در دو کانال، پارامتر حساسیت مرجوعی تقاضا، پارامتر حساسیت زمان تحویل، پارامتر ناشی تقاضا به علت تفاوت زمان تحویل در دو کانال، پارامتر وابسته مرجوعی و پارامتر مستقل مرجوعی است. شایان ذکر است که تغییرات در مقادیر پارامترهای حساسیت نسبت به مقادیر پارامترهای ورودی در جدول ۲ ایجاد شده است. ستون‌های جدول، به ترتیب قیمت فروش خرده‌فروشی سنتی، الکترونیک و کانال همه‌کاره، قیمت بازپراخت، مدت زمان تحویل کانال الکترونیک و کانال همه‌کاره، تقاضای خرده‌فروشان سنتی، الکترونیک و کانال همه‌کاره و سود کل زنجیره تأمین را نشان می‌دهند. در جدول ۵ تحلیل حساسیت میزان تغییر متغیرهای تصمیم شامل قیمت، مدت زمان تحویل، تقاضای خرده‌فروشان و سود کل زنجیره تأمین از طریق تغییر پارامترها، به منظور بررسی تأثیر آن‌ها گزارش شده است. اعداد گزارش شده در جدول ۵، درصد تغییرات نسبت به مقادیر حل شده مسئله پایه در جدول ۳ را نشان می‌دهند.

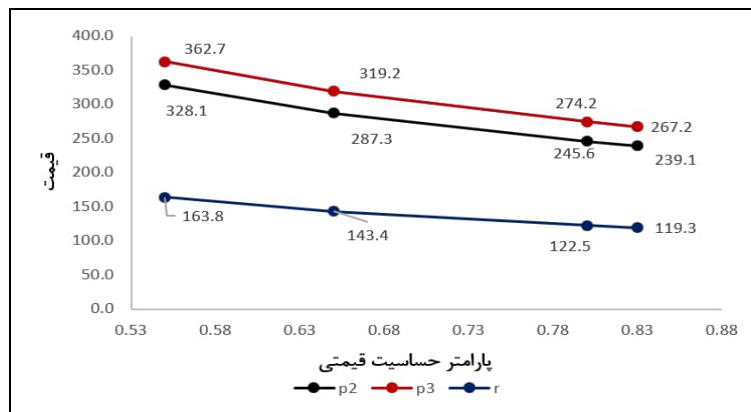
جدول ۵. نتایج تحلیل حساسیت مدل پیشنهادی

شماره مسئله	پارامترها	تغییرات	$\% \Delta P_1$	$\% \Delta P_2$	$\% \Delta P_3$	$\% \Delta r$	$\% \Delta I_1$	$\% \Delta I_2$	$\% \Delta I_3$	$\% \Delta y_1$	$\% \Delta y_2$	$\% \Delta y_3$	$\% \Delta \pi$
۱	β	۰/۸۳	-۰/۷	-۰/۷	-۰/۷	-۰/۷	۱/۰	۰/۸	-۴۷/۸	-۳۹/۲	-۲۷/۶	-۳۹/۲	-۳۹/۲
۲		۰/۸	-۴/۵	-۴/۵	-۴/۵	-۴/۵	۰	۰/۵	-۲۱/۹	-۵/۷	-۱۲/۶	-۲۵/۶	-۲۵/۶
۳		۰/۶۵	۱۱/۱	۱۱/۱	۱۱/۱	۱۱/۱	-۰/۱	-۱/۲	۹/۴	۳۶/۷	۵/۴	۶۵/۰	۶۵/۰
۴		۰/۵۵	۲۶/۳	۲۶/۳	۲۶/۳	۲۶/۳	-۰/۳	-۲/۸	۱۸/۸	۵۰/۵	۱۰/۹	۱۵۶/۷	۱۵۶/۷
۵	$\delta_1, \delta_2, \delta_3$	۰/۳۵	-۰/۹	۱/۹	-۰/۹	۱/۹	-۰/۶	۰/۳	۰	۲۳/۱	۰	-۱/۰	-۱/۰
۶		۰/۳	-۰/۶	۱/۴	-۰/۶	۱/۴	-۰/۴	۰/۳	۰	۲۳/۱	۰	-۰/۷	-۰/۷
۷		-۰/۱	۱/۰	-۲/۲	۱/۰	-۲/۲	-۰/۷	-۰/۴	۰	۲۲/۹	۰	۱/۲	۱/۲
۸		۰/۰۵	۱/۷	-۳/۹	۱/۷	-۳/۹	۱/۱	-۰/۷	۰	۲۲/۹	۰	۱/۲	۱/۲
۹	θ	۰/۱۱	۱/۱	۶/۰	۱/۱	۱۱۲/۵	-۱/۰	-۰/۳	۰	۲۱۸/۴	۰	۱۲/۴	۱۲/۴
۱۰		۰/۰۹	-۰/۸	۴/۵	-۰/۸	۱۰۹/۴	-۰/۷	۰/۲	۰	۱۵۰/۵	۰	۹/۰	۹/۰
۱۱		۰/۰۷	-۰/۶	۳/۰	-۰/۶	۱۰۶/۴	-۰/۵	۰/۲	۰	۶۰/۷	۰	۵/۸	۵/۸
۱۲		۰/۰۵	-۰/۳	۱/۵	-۰/۳	۶۵/۵	-۰/۳	۰/۱	۰	۳۸/۰	۰	۲/۹	۲/۹
۱۳	γ_1, γ_2	۰/۹ و ۰/۷	۰	-۰/۱	۰	-۰/۱	-۰/۱	۰	-۱/۹	۰/۳	۲۲/۴	-۰/۴	-۰/۴
۱۴		۰/۸ و ۰/۶	۰	-۰/۱	۰	-۰/۱	۰	-۱/۰	۰	۲۲/۷	۰/۲	-۰/۲	-۰/۲
۱۵		۰/۶ و ۰/۴	۰	-۰/۱	۰	-۰/۱	۰	۱/۰	۰	۲۳/۳	-۰/۲	۰/۲	۰/۲
۱۶		۰/۵ و ۰/۳	۰	-۰/۱	۰	-۰/۱	۰	۱/۹	۰	۲۳/۷	-۰/۴	-۰/۴	-۰/۴
۱۷	τ_1, τ_2	۱ و ۰/۷	-۰/۱	۰	-۰/۱	۰	۱/۷	۰/۴	۰/۱	۲۲/۹	۰/۱	-۰/۳	-۰/۳
۱۸		۰/۹ و ۰/۶	۰	۰	۰	۰	-۰/۲	-۰/۸	۰	۲۳/۰	۰/۱	-۰/۲	-۰/۲
۱۹		۰/۷ و ۰/۴	۰	۰	۰	۰	-۰/۸	۰/۲	-۰/۱	۲۳/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۲
۲۰		۰/۶ و ۰/۳	-۰/۱	۰	-۰/۱	۰	-۱/۷	-۰/۴	-۱/۷	۲۳/۱	-۰/۱	-۰/۳	-۰/۳
۲۱	φ	۰/۱۲	۰	-۰/۲	۰	-۳۴/۷	۰	۰	۰	۲۲/۲	۰	۲/۷	۲/۷
۲۲		۰/۰۹	۰	-۰/۲	۰	-۳۲/۴	۰	۰	۰	۲۲/۳	۰	۱/۸	۱/۸
۲۳		۰/۰۷	۰	-۰/۱	۰	-۲۹/۸	۰	۰	۰	۲۲/۳	۰	۱/۲	۱/۲
۲۴		۰/۰۵	۰	-۰/۱	۰	-۲۵/۰	۰	۰	۰	۲۲/۵	۰	-۰/۷	-۰/۷
۲۵	ϕ	۰/۵۱	۰	۰	۰	-۹/۸	۰	۰	۰	۲۲/۸	۰	۰/۱	۰/۱
۲۶		۰/۳۱	۰	۰	۰	-۵/۹	۰	۰	۰	۲۲/۹	۰	۰	۰
۲۷		۰/۱۱	۰	۰	۰	-۲/۰	۰	۰	۰	۲۳/۰	۰	۰	۰
۲۸		۰/۰۶	۰	۰	۰	-۱/۰	۰	۰	۰	۲۳/۰	۰	۰	۰

طبق نتایج مندرج در جدول ۵، دو پارامتر حساسیت قیمتی تقاضا (β) و حساسیت مرجوعی تقاضا (θ) تأثیر شدیدی بر مقدار متغیرهای تصمیم، تقاضا و سود کل زنجیره تأمین دارند؛ به‌گونه‌ای که کاهش ۲۰ درصدی پارامتر حساسیت قیمتی تقاضا به‌طور تقریبی، به افزایش ۱۵۶/۷ درصدی سود کل زنجیره تأمین و افزایش ۵۰/۵ درصدی تقاضای کانال الکترونیک منجر خواهد شد. علاوه بر این، پارامتر حساسیت مرجوعی تقاضا تأثیر شدیدی بر افزایش قیمت مرجوعی و تقاضای خرده‌فروشان کانال الکترونیک دارد؛ به‌گونه‌ای که افزایش ۹ درصدی آن به‌طور تقریبی، به افزایش ۲۱۸/۴ درصدی تقاضای کانال الکترونیک و افزایش ۱۱۲/۵ درصدی قیمت مرجوعی منجر خواهد شد. بنابراین لازم است تصمیم‌گیرندگان به این موضوع توجه کنند.

نتایج تحلیل حساسیت

حساسیت قیمت و سود کل زنجیره تأمین نسبت به تغییر پارامتر حساسیت قیمتی تقاضا در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.



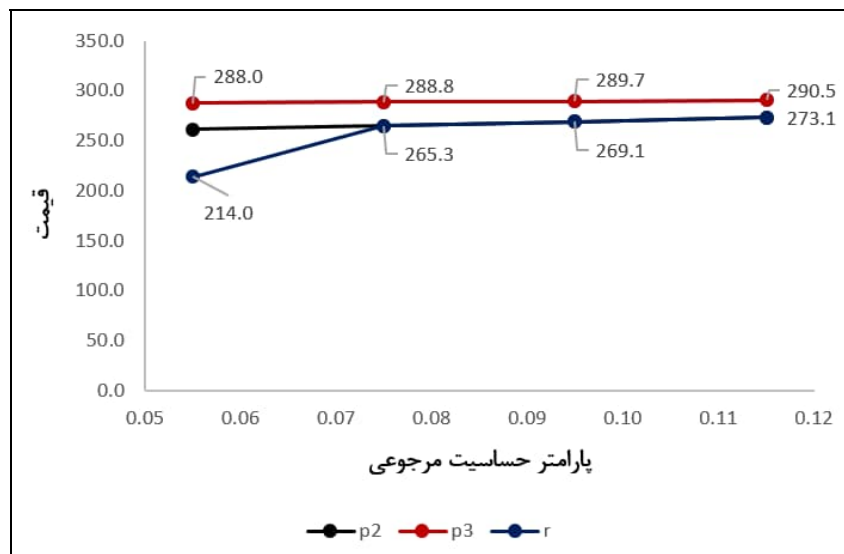
شکل ۲. حساسیت قیمت به پارامتر β

شکل ۲ نشان می‌دهد که با افزایش پارامتر حساسیت قیمتی تقاضا، قیمت فروش در کانال خرده‌فروشی و قیمت مرجوعی کاهش می‌یابند. شکل ۳ نیز نشان می‌دهد که با افزایش پارامتر حساسیت قیمتی تقاضا، سود کل زنجیره تأمین کاهش چشمگیر داشته است.

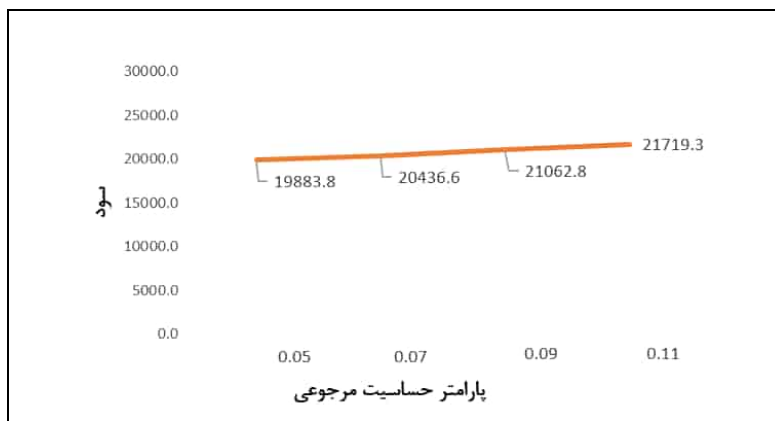


شکل ۳. حساسیت سود کل نسبت به پارامتر β

در شکل‌های ۴ و ۵ حساسیت پارامتر مرجوعی تقاضا ارزیابی شده است. شکل ۴ نشان می‌دهد با افزایش پارامتر حساسیت مرجوعی تقاضا، قیمت فروش خرده‌فروشی‌ها و قیمت مرجوعی افزایش می‌یابد به گونه‌ای که افزایش قیمت مرجوعی در ابتدا زیاد و در ادامه با شیب ملایمی ادامه می‌یابد. این به آن معناست که پارامتر حساسیت مرجوعی بر قیمت مرجوعی و تقاضای کانال الکترونیک تأثیر شدیدی دارد. شکل ۵ نشان می‌دهد که با افزایش پارامتر حساسیت مرجوعی تقاضا، سود کل زنجیره تأمین افزایش خواهد یافت.



شکل ۴. حساسیت قیمت به پارامتر θ



شکل ۵. حساسیت سود کل زنجیره تأمین به پارامتر θ

جمع‌بندی نتایج تحلیل حساسیت مدل و نگرش مدیریتی

در این تحقیق تصمیم‌های قیمت‌گذاری، مدت زمان تحویل، سیاست مرجوعی کالا و استراتژی کانال همه‌کاره از طریق ارائه خدمات «خرید برخط، دریافت در فروشگاه»، کانال الکترونیک و «سفارش در فروشگاه، تحویل درب منزل» برای سه مدل کسب‌وکار خرده‌فروشی بررسی شد.

یافته‌های این تحقیق راهنمایی برای استراتژی قیمت‌گذاری در حضور سیاست مرجوعی کالا فراهم می‌آورد و فرصت منحصربه‌فردی برای خرده‌فروشان ایجاد می‌کند تا عملکرد خود را بررسی کنند و در مورد به‌کارگیری آن تصمیم‌گیری کنند. در ضمن، طی سال‌های اخیر، اکثر خرده‌فروشان استراتژی کانال توزیع همه‌کاره را گسترش داده‌اند، با این حال استفاده از خدمات مختلف کانال همه‌کاره، به عوامل خاصی از جمله هزینه، مدت زمان تحویل، قیمت و سیاست‌های مرتبط وابسته است. خدمات «سفرارش در فروشگاه، تحویل در منزل» ممکن است به دلیل هزینه‌های بالاتر حمل‌ونقل، مورد علاقه خرده‌فروشان نباشد، در حالی که خدمات «خرید برخط، دریافت در فروشگاه» به دلیل هزینه‌های تحمیلی به مشتری، ممکن است برای مشتریان جذابیت کافی را به همراه نداشته باشد.

همچنین خرده‌فروش الکترونیک و خرده‌فروش کانال همه‌کاره می‌توانند تصمیم‌های عملیاتی خود را درباره مدت زمان تحویل با توجه به تحلیل‌های ارائه شده اتخاذ کنند. شایان ذکر است که خرده‌فروش الکترونیک می‌تواند تصمیم‌های عملیاتی خود را در خصوص به‌کارگیری سیاست مرجوعی کالا با توجه به تحلیل‌های ارائه شده مدنظر قرار دهد. طبق نتایج تحلیل حساسیت در جدول ۵، تقاضای خرده‌فروشان و سود کل زنجیره تأمین در هنگام تغییر پارامترها به‌طور چشمگیری تحت تأثیر پارامترهای حساسیت قیمتی تقاضا و حساسیت مرجوعی قرار دارند. همان‌طور که نشان داده شد، اگر شرکت حساسیت قیمت را برای تقاضای خرده‌فروشان کاهش دهد، سود کل می‌تواند به‌شدت افزایش یابد. علاوه بر این، با توجه به بهبود تجربه مصرف‌کننده در کانال همه‌کاره، این تحقیق می‌تواند راهنمایی برای مصرف‌کنندگان جهت استفاده از خدمات یکپارچه‌سازی خرده‌فروشی کانال همه‌کاره باشد. بدیهی است که برخی پارامترهای مدل، شامل حساسیت‌های تقاضا به عوامل مختلف و میزان جابه‌جایی مشتریان بین کانال‌ها، باید بر اساس نتایج بررسی بازار و ایجاد اطلاعات در پایگاه داده شرکت‌ها در نظر گرفته شود. دقت در تعیین این مقادیر و رصد مستمر آن، می‌تواند به بهبود عملکرد شرکت کمک شایان توجهی کند.

پاسخ به سؤال‌های پژوهش

پاسخ به سؤال اول: در این پژوهش از عواملی که بر بهبود سود و تقاضای خرده‌فروشان تحت بررسی تأثیر بسزایی دارند، می‌توان به پارامتر حساسیت قیمتی تقاضا، پارامتر حساسیت مرجوعی تقاضا و پارامترهای مستقل و وابسته مرجوعی اشاره کرد که در تحلیل حساسیت به اثرهای آن‌ها بر مقادیر متغیرهای تصمیم و سود کل زنجیره تأمین پرداخته شد.

پاسخ به سؤال دوم: با افزایش پارامتر حساسیت مرجوعی تقاضا در کانال الکترونیک، قیمت فروش خرده‌فروشی‌ها و قیمت مرجوعی افزایش می‌یابد؛ در واقع این پارامتر بر کانال الکترونیک تأثیر شدیدی دارد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش یک مسئله قیمت‌گذاری در یک زنجیره تأمین دو سطحی متشکل از یک تولیدکننده و چندین خرده‌فروش متنوع مطالعه شده است. مسئله با هدف به حداکثر رساندن سود کل زنجیره تأمین، به‌صورت یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی مدل‌سازی شده است تا مقادیر قیمت و تقاضای مطلوبی ارائه شود. همان‌گونه که گفته شد، این پژوهش راهنمای مناسبی برای استفاده در تصمیم‌های قیمت‌گذاری در زنجیره‌های تأمین با کانال‌های مختلف و سیاست

مرجوعی است. طبق نتایج تحلیل حساسیت متغیرهای تصمیم، تقاضای خرده‌فروشان و سود کل زنجیره تأمین، هنگام تغییر پارامترها، به‌طور چشمگیری تحت تأثیر پارامترهای حساسیت قیمتی تقاضا و پارامتر حساسیت مرجوعی تقاضا قرار دارند. مدل با طراحی ۲۸ مسئله نمونه حل شده است. طبق نتایج به‌دست‌آمده، کاهش پارامتر حساسیت قیمتی تقاضا (در صورت ثابت نگاه داشتن سایر پارامترها) به افزایش سود کل زنجیره تأمین منجر خواهد شد. همچنین با کاهش پارامتر حساسیت مرجوعی تقاضا (در صورت ثابت نگاه داشتن سایر پارامترها) شاهد کاهش سود کل زنجیره تأمین خواهیم بود.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های بعدی

در این پژوهش برای خرده‌فروشان سه نوع تقسیم‌بندی در نظر گرفته شد، با این حال یکی از مطالعاتی که در آینده می‌توان انجام داد، در نظر گرفتن تقسیم‌بندی برای مصرف‌کنندگان است. به‌علاوه، اضافه‌شدن هزینه‌های کنترل موجودی و بررسی تأثیر آن‌ها بر سود کل زنجیره تأمین، موضوع دیگری است که می‌توان به پژوهشگران پیشنهاد کرد.

منابع

- دیده‌خانی، حسین؛ مهرانی، هرمز؛ بدیعی، فرناز و یوسفی کمبجانی، عارفه (۱۳۹۸). طراحی الگوی ارزیابی و انتخاب استراتژی کانال‌های توزیع چندگانه در زنجیره تأمین صنایع لبنی - رویکرد تصمیم‌گیری فازی. *نشریه پژوهشنامه بازرگانی*، ۲۳ (۹۲)، ۷۹-۵۵.
- رهنمای رحمانی، مروارید و طالی‌زاده، عطاالله (۱۳۹۷). قیمت‌گذاری در یک زنجیره تأمین دو سطحی تحت سیاست‌های کنترل میزان انتشار کربن. *نشریه پیشرفت‌هایی در مهندسی صنایع*، ۵۲ (۴)، ۵۸۵-۵۹۶.
- صادقی مقدم، محمدرضا؛ مؤمنی، منصور و نالچگیر، سروش (۱۳۸۸). برنامه‌ریزی یکپارچه تأمین، تولید و توزیع زنجیره تأمین با به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک. *مدیریت صنعتی*، ۱ (۲)، ۷۱-۸۸.
- صبوری، غزاله؛ نصیری، غلامرضا و صالحی، حسین (۱۴۰۱). ادغام کانال‌های سنتی و مدرن در یک زنجیره تأمین دوسطحی با در نظر گرفتن تصمیمات قیمت‌گذاری. *هشتمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع و سیستم‌ها*، مشهد، ۱۶ و ۱۷ شهریورماه ۱۴۰۱.
- فرخی، محمد امین و راستی برزکی، مرتضی (۱۳۹۴). قیمت‌گذاری در یک زنجیره تأمین دو سطحی با در نظر گرفتن رقابت تولیدکنندگان در تصاحب بازار در سیستم تولید بر اساس سفارش با استفاده از نظریه بازی. *نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید*، ۳ (۶)، ۲۰۷-۲۱۹.
- محقق، فاطمه؛ جولای، فریبرز و حیدری، جعفر (۱۳۹۹). مدل‌سازی زنجیره تأمین چهار سطحی چند کاناله یکپارچه برای محصول فصلی تحت تقاضای تصادفی. *مدیریت صنعتی*، ۱۲ (۲)، ۲۰۶-۲۳۵.
- مؤمنی، منصور و زرشکی، نیما (۱۴۰۰). مدل‌سازی زنجیره تأمین حلقه بسته با به‌کارگیری از سناریوها در مواجهه با عدم قطعیت در کمیت و کیفیت برگشتی‌ها. *مدیریت صنعتی*، ۱۳ (۱)، ۱۰۵-۱۳۰.

نهفتی کهنه، جمال و تیموری، ابراهیم (۱۳۹۵). ارائه مدلی برای طراحی زنجیره تأمین فرآورده‌های خونی در زمان وقوع بحران زلزله با در نظر گرفتن انتقال از سایر استان‌ها (مطالعه موردی: شبکه انتقال خون تهران). مدیریت صنعتی، ۸(۳)، ۴۸۷-۵۱۳.

۵۱۳

References

- Didekhani, H., Mehrani, H., Badie, F. & Yousefi Komijani, A. (2019). Evaluation of Multi-channel Marketing Strategies Based on Fuzzy ANP and TOPSIS. *Iranian Journal of Trade Studies*, 23(92), 55-79. (in Persian)
- Farrokhi, M.A., Rasti-Barzoki, M. (2016). Pricing in a Two-Echelon Supply Chain with Manufacturers' Competing to Seizing the Market in the Make-to-Order Environment by Using Game Theory. *Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems*, 3(6), 207-219. (in Persian)
- Gallino, S. & Moreno, A. (2014). Integration of online and offline channels in retail: The impact of sharing reliable inventory availability information. *Management Science*, 60(6), 1434-1451.
- Gao, F. & Su, X. (2017). Omnichannel retail operations with buy-online-and-pick-up-in-store. *Management Science*, 63(8), 2478-2492.
- Giri, B.C. & Sharma, S. (2014). Manufacturer's pricing strategy in a two-level supply chain with competing retailers and advertising cost dependent demand. *Economic modelling*, 38, 102-111.
- Modak, N.M. & Kelle, P. (2019). Managing a dual-channel supply chain under price and delivery-time dependent stochastic demand. *European Journal of Operational Research*, 272(1), 147-161.
- Mohaghar, F., Jolai, F. & Heydari, J. (2020). Modeling a Four Echelon Omni-Channel Supply Chain for Seasonal Product under Stochastic Demand. *Industrial Management Journal*, 12(2), 206-235. (in Persian)
- Momen, S. & Torabi, S.A. (2021). Omni-channel retailing: A data-driven distributionally robust approach for integrated fulfillment services under competition with traditional and online retailers. *Computers & Industrial Engineering*, 157, 107353.
- Momeni, M. & Zereshki, N. (2021). Modeling of Closed-Loop Supply Chain by Utilizing Scenario-Based Approaches in Facing Uncertainty in Quality and Quantity of Returns. *Industrial Management Journal*, 13(1), 105-130. (in Persian)
- Nahofti Kohne, J. & Teimoury, E. (2016). A model for the design of blood products supply chain at the time of the earthquake disaster considering the transfers from the other provinces (Case Study: Tehran blood transfusion network). *Industrial Management Journal*, 8(3), 487-513. (in Persian)
- Nasiri, G.R., Deymeh, H., Karimi, B. & Miandoabchi, E. (2021). Incorporating sales and marketing considerations into a competitive multi-echelon distribution network design problem with pricing strategy in a stochastic environment. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 62, 102646.

- Rahnamai Rahmani, M. & Taleizadeh, A. (2019). Pricing in a two-level supply chain under carbon emission control policies. *Advances in Industrial Engineering*, 52(4), 585-596. (in Persian)
- Raza, S.A. (2015). An integrated approach to price differentiation and inventory decisions with demand leakage. *International Journal of Production Economics*, 164, 105-117.
- Saboori, G., Nasiri, G.R. & Salehi, H. (2022). Integration of traditional and modern channels in a two-level supply chain with pricing decision. *International Conference on Industrial and Systems Engineering, Mashhad, Iran*, 38-44. (in Persian)
- Sadeghi Moghadam, M.R., Momeni, M. & Nalchigar, S. (2009). Material Flow Modeling in Supply Chain Management with Genetic Algorithm Approach. *Industrial Management Journal*, 1(2), 71-88. (in Persian)
- Salehi, H., Taleizadeh, A.A., Tavakkoli-Moghaddam, R. & Hafezalkotob, A. (2020). Pricing and market segmentation in an uncertain supply chain. *Sādhanā*, 45, 118.
- Song, Y., Fan, T., Tang, Y. & Xu, C. (2021). Omni-channel strategies for fresh produce with extra losses in-store. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 148, 102243.
- Srivastava, P.R., Zhang, J.Z., Eachempati, P., Sharma, S.K. & Liu, Y. (2022). An Intelligent omnichannel assortment model to manage webrooming: an optimization approach. *Journal of Strategic Marketing*, 1-25.
- Wang, F., Diabat, A., & Wu, L. (2021). Supply chain coordination with competing suppliers under price-sensitive stochastic demand. *International Journal of Production Economics*, 234, 108020.
- Wu, X. & Chen, Z.L. (2022). Fulfillment scheduling for buy-online-pickup-in-store orders. *Production and Operations Management*, 31(7), 2982-3003.
- Zhao, J., Wei, J., & Li, Y. (2018). Pricing decisions of complementary products in a two-level fuzzy supply chain. *International Journal of Production Research*, 56(5), 1882-1903.