Industrial Management Perspective

Print ISSN: 2251-9874, Online ISSN: 2645-4165
Volume 12, Serial Number 45, Spring 2022, Pages 135-159 (Original Article)
DOI: 10.52547/JIMP.12.1.135

Price and Lead Time Decisions in a Dual-Channel Supply Chain with Traditional and Online Sales Channels Considering Centralized and Decentralized Conditions and Transportation Modes

Mehdi Seifbarghy[*], Hajar Kafshian Ahar[**]

Abstract

Today, with the rapid growth of Information Technology, manufacturers provide their products through online direct channels to the consumers as well as the traditional physical channels. In this study, a dual channel supply chain including one manufacturer and one retailer is considered. The manufacturer can sell his products in two ways: the traditional retail channel and online direct channel. It is assumed that the manufacturer offers his product on an online channel via two different transportation modes and correspondingly two different lead times. Initially, a decentralized supply chain is considered, and then it is assumed that the manufacturer is vertically integrated with the retailer in centralized supply chain. The first model is analyzed using the Stackelberg game approach with the manufacturer as the leader, and the second model is optimized using an integrated approach. Optimal decisions of prices and delivery lead times are determined. The major contribution of this paper is existence of two online channels with two different service levels. Our numerical studies reveals that the integration and coordination of the manufacturer and the retailer is beneficial for all members of the supply chain and significantly increase the profit of the whole supply chain.

Keywords: Supply Chain Management; Pricing, Centralized and Decentralized Decisions; Online Sales Channel; Game Theory; Stackelberg Approach.

Received: Jan. 18, 2021; Accepted: Nov. 07, 2021.
* Associate Professor,Alzahra University.
Email: m.seifbarghy@alzahra.ac.ir
** Ph.D Student, Alzahra University.

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

شاپای چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپای الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵

سال دوازدهم، شماره ۴۵، بهار ۱۴۰۱، ص‌ص۱۳۵ – ۱۵۹ (**نوع مقاله: پژوهشی**)

DOI: 10.52547/JIMP.12.1.135

تصمیمات قیمت‌گذاری و زمان تحویل در زنجیره تأمین دوکاناله با فروش سنتی و آنلاین در حالت متمرکزو غیرمتمرکز با سیستم‌های حمل متفاوت

مهدی سیف برقی*، هاجر کفشیان اهر**

چکیده

با رشد سریع فناوری اطلاعات، تولیدکنندگان که در گذشته فقط به‌صورت سنتی و از طریق خرده‌فروشان محصولات خود را عرضه می‌کردند، می‌توانند به‌صورت مستقیم و آنلاین نیز محصولات خود را عرضه کنند. این پژوهش، یک زنجیره تأمین دوکاناله شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش را در نظر گرفته است که در آن تولیدکننده می‌تواند محصولات خود را از طریق دو کانال سنتی و آنلاین به فروش برساند. فرض می‌شود تولیدکننده محصول را در کانال آنلاین با دو روش حمل و درنتیجه دو زمان تحویل متفاوت عرضه می‌کند که قاعدتاً روی تقاضای یکدیگر تأثیر می‌گذارد. زنجیره تأمین موردنظر ابتدا در حالت غیرمتمرکز با فرض رهبری تولیدکننده و با استفاده از رویکرد استکلبرگ مدل‌سازی شده و متغیرهای تصمیم کلیدی شامل قیمت کانال‌های سنتی و آنلاین و زمان‌های تحویل کانال‌های آنلاین تعیین می‌شود؛ سپس فرض می‌شود که تولیدکننده و خرده‌فروش تصمیمات خود را به‌طور یکپارچه و متمرکز اتخاذ کنند. آنچه موجب نوآوری و منحصربه‌فرد شدن این پژوهش می‌شود، وجود دو کانال فروش آنلاین و رقابت بین آن‌ها و همچنین کانال فروش سنتی است. مثال‌های عددی ارائه‌شده نشان می‌دهد که یکپارچگی و هماهنگی تولیدکننده و خرده‌فروش به نفع تمام اعضای زنجیره تأمین است و به میزان زیادی سود کل زنجیره تأمین را افزایش می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: مدیریت زنجیره تأمین؛ قیمت‌گذاری تصمیمات متمرکز و غیرمتمرکز؛ کانال فروش آنلاین؛ نظریه بازی‌ها، رویکرد استکلبرگ.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۲۹، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۱۶.

*دانشیار، دانشگاه الزهرا (نویسنده مسئول).

Email: M.Seifbarghy@alzahra.ac.ir

**دانشجوی دکتری، دانشگاه الزهرا.

۱. مقدمه

امروزه رشد فناوری و به‌خصوص فناوری اطلاعات، الگوهای مصرف مشتریان را تغییر داده و درنتیجه به تغییر روش‌های فروش تولیدکنندگان و خرده‌فروش‌ها منجر شده است. مصرف‌کنندگان برای خرید محصولات موردنیاز خود از طریق اینترنت، رفته‌رفته تمایل بیشتری نشان می‌دهند و درنتیجه بیشتر تولیدکنندگان ساختارهای کانال سنتی خود را با افزودن کانال آنلاین از نو طراحی کرده‌اند تا به سهم بیشتری از بازار دست یافته و سود بیشتری کسب کنند.

در این پژوهش یک مطالعه تحلیلی و عددی برای تصمیمات قیمت‌گذاری و زمان‌های تحویل با فرض شرایط تصمیم‌گیری متمرکز و غیرمتمرکز در زنجیره تأمین ارائه شده و تأثیرات زمان تحویل و رقابت‌پذیری در کانال‌های آنلاین بر تصمیمات تولیدکننده و خرده‌فروش بررسی شده است. در زنجیره تأمین غیرمتمرکز یک مدل بازی استکلبرگ با رهبری تولیدکننده در نظر گرفته شده که در آن تولیدکننده قیمت عمده‌فروشی، قیمت کانال‌های مستقیم و زمان‌های تحویل را تعیین کرده و خرده‌فروش نیز به‌عنوان پیرو در مورد قیمت خرده‌فروشی خود تصمیم‌گیری می‌کند. در زنجیره تأمین متمرکز تولیدکننده کل تصمیمات قیمت خرده‌فروشی کانال سنتی، قیمت‌های کانال‌های مستقیم و زمان‌های تحویل را کنترل می‌کند.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

بررسی مدل‌های هماهنگی در زنجیره‌های تأمین دوسطحی (به‌خصوص با درنظرگرفتن پارامتر قیمت) دارای سابقه زیادی در مبانی نظری زنجیره تأمین است. طالعی‌زاده و محمدی (۲۰۱۵)، یک زنجیره تأمین شامل یک تولیدکننده و دو رقیب خرده‌فروشی را با درنظرگرفتن تصمیمات قیمت‌گذاری و بازاریابی بررسی کردند؛ به‌نحوی‌که تولیدکننده در هزینه‌های تبلیغات محلی خرده‌فروشان مشارکت می‌کند [۲۸]. در این پژوهش از ابزار نظریه بازی از نوع استکلبرگ با رهبری تولیدکننده استفاده شده است. کاربرد ابزارهای نظریه بازی در رقابت محدود به موضوعات زنجیره تأمین نیست و کاربردهای دیگری نظیر ساختار بازارهای انحصاری چندجانبه دارد [۲۲]. یکی از موارد مهم تمرکز در زنجیره‌های تأمین دوکاناله که موضوع اصلی مورد بحث این پژوهش است، مدیریت تقاضا از طریق قیمت‌گذاری است؛ هرچند این موضوع نیز محدود به زنجیره‌های تأمین کالا نیست و در حوزه خدمات نیز پژوهش‌های زیادی نظیر مطالعه واقف‌زاده و کریمی (۲۰۱۸) وجود دارد [۲۹].

لیدرر و لی[1] (۱۹۹۷)، تأثیر عملکرد زمان تحویل را بر قیمت، تقاضا و سود بررسی کردند [۱۲]. بویاکی و رای[2] (۲۰۰۳)، تصمیمات قیمت، زمان تحویل و ظرفیت را برای دو محصول

1. Lederer & Li
2. Boyaci & Ray

قابل‌جایگزین با تقاضای وابسته به قیمت و زمان تحویل، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند [۱]. لیو و همکاران[1] (۲۰۰۷)، تصمیمات قیمت و زمان تحویل را با استفاده از بازی استکلبرگ در یک زنجیره تأمین غیرمتمرکز بررسی کردند [۱۴]. یانگ و گونس[2] (۲۰۰۷)، تصمیمات موجودی و زمان تحویل را در یک زنجیره تأمین با تقاضای وابسته به زمان تحویل مطالعه کرده‌اند [۳۴].

پژوهش‌های موجود در حوزه مسئله زنجیره تأمین دوکاناله بسیار وسیع است؛ اما در زمینه پژوهش حاضر یعنی «زنجیره تأمین دوکاناله با در نظر گرفتن قیمت و زمان تحویل» شاید به‌جرئت بتوان گفت که پژوهش‌های موجود کمتر از انگشتان یک دست است. مرور مبانی نظری پژوهش نشان می‌دهد که به‌طورکلی پژوهش‌های موجود در حوزه زنجیره تأمین دوکاناله را می‌توان بر اساس فراوانی و همچنین کلمات کلیدی به‌کاررفته به دو دسته پژوهش‌ها با قیمت‌گذاری یا بدون قیمت‌گذاری تقسیم کرد.

در خصوص پژوهش‌های بدون قیمت‌گذاری، می‌توان به ترکیب مسئله زنجیره تأمین دوکاناله با پایداری، مسئولیت اجتماعی، سبزبودن، اشتراک اطلاعات، لجستیک معکوس و غیره اشاره کرد که در ادامه به تعدادی از این نوع پژوهش‌ها اشاره مختصری می‌شود.

موخپادهایی و همکاران[3] (۲۰۰۸)، اشتراک‌گذاری اطلاعات ارزش‌افزوده را در یک زنجیره تأمین دوکاناله با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش موردمطالعه قرار دادند [۱۸]. یان و پی[4] (۲۰۰۹)، تأثیر کانال آنلاین (مستقیم) را بر سطح سرویس خرده‌فروش بررسی کردند و نشان دادند که کانال مستقیم به قیمت عمده‌فروشی پایین‌تر و حجم فروش بیشتر منجر می‌شود[۳۳]. چن و همکاران[5] (۲۰۱۲) هماهنگی یک زنجیره تأمین دوکاناله با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش را با استفاده از قرارداد تولیدکننده با یک قیمت عمده‌فروشی و یک قیمت کانال مستقیم، بررسی و تحلیل کردند [۲]. کای[6] (۲۰۱۶)، تصمیمات تخفیف قیمت کانال آنلاین و تبلیغات را در یک زنجیره تأمین دوکاناله با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش بررسی کرد و تأثیر اطلاعات تقاضای نامتقارن را موردمطالعه قرار داد [۱۰]. چن و همکاران[7] (۲۰۱۷)، تأثیر فروش مستقیم تولیدکننده و اطلاعات نامتقارن هزینه را در یک زنجیره تأمین دوکاناله با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش ریسک‌گریز بررسی کردند [۳]. ستاک و همکاران (۲۰۱۷)، هماهنگی زنجیره تأمین را با استفاده از به اشتراک‌گذاری اطلاعات و تبلیغات مشارکتی در یک زنجیره تأمین دو-کاناله با یک خرده‌فروش سنتی و یک خرده‌فروش آنلاین و تحت رفتار سواری مجانی[8]مورد

1. Liu, et al.
2. Yang & Geunes
3. Mukhopadhyay, et al.
4. Yan & Pei
5. Chen, et al.
6. Kai
7. Chen, et al.
8. Free Riding

بررسی قرار داده‌اند [۲۴]. لی و همکاران[1] (۲۰۱۹)، در یک زنجیره تأمین دوکاناله که در آن تولیدکننده محصولات خود را از به‌طور مستقیم و از طریق یک خرده‌فروش سنتی به مشتریان عرضه می‌کند، سیاست‌های بازگشت کالا را مطالعه کردند [۱۳]. حیدری و همکاران (۲۰۱۹)، مسئله تصمیم‌گیری هماهنگی و بهینه‌سازی را در یک زنجیره تأمین سبز سه‌سطحی دوکاناله با یک تولیدکننده و یک توزیع‌کننده که محصول را به‌طور مستقیم و از طریق یک خرده‌فروش سنتی توزیع می‌کند، مورد بررسی قرار داده‌اند [۴]. شی و همکاران[2] (۲۰۲۰)، رقابت عمودی و افقی را بین اعضای زنجیره تأمین دوکاناله با یک تولیدکننده، یک خرده‌فروش آنلاین و یک خرده‌فروش سنتی با ساختارهای قدرت متفاوت بررسی کردند [۲۵]. هی و ژو[3] (۲۰۱۹)، مسئله زنجیره تأمین دو کاناله با حضور یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش سنتی، در حالتیکه تولیدکننده نقش رهبر و خرده‌فروش نقش پیرو را بازی می‌کنند را مورد بررسی قرار دادند [۵]؛ البته در این زنجیره تأمین یک کانال فروش مستقیم نیز به‌موازات خرده‌فروش در نظر گرفته می‌شود. خرده‌فروش به‌نوعی در رقابت با کانال مستقیم قرار دارد؛ به همین دلیل از استراتژی‌های ترویجات بازاریابی در این رقابت با کانال مستقیم استفاده می‌کند. این پژوهش به بررسی اقدامات خرده‌فروش و نتایج آن در این خصوص می‌پردازد. ژانگ و هزارخانی[4] (۲۰۲۱)، مسئله زنجیره تأمین دوکاناله را با فرض وجود رقابت بررسی کردند و نتیجه گرفتند که ترجیح تولیدکننده در انتخاب یک کانال فروش، نه‌تنها به هزینه‌های عملیاتی آن کانال و ترجیح مشتری نهایی، بلکه به استراتژی‌های رقبا در انتخاب کانال توزیع مناسب نیز بستگی دارد [۳۶].

در خصوص پژوهش‌های مرتبط با حوزه قیمت‌گذاری می‌توان به ترکیب مسئله زنجیره تأمین دوکاناله و قیمت‌گذاری با حوزه تولید، زنجیره تأمین حلقه‌بسته یا لجستیک معکوس، سبزبودن، خدمت، موجودی، کیفیت، سفارش‌دهیو زمان تحویل و ظرفیت اشاره کرد.

هووا و همکاران[5] (۲۰۱۰)، تصمیمات قیمت و زمان تحویل در زنجیره تأمین غیرمتمرکز و متمرکز دوکاناله با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش را موردمطالعه قرار دادند [۷]. اگزو و همکاران[6] (۲۰۱۲)، مسئله زنجیره تأمین دوکاناله را با فرض اتخاذ تصمیمات مرتبط با قیمت و زمان تحویل در یک زنجیره تأمین شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش، بررسی کردند و نشان دادند که در صورت وجود کانال فروش آنلاین، منافع بیشتری نصیب هر دو عضو زنجیره خواهد شد [۳۱]. اگزو و همکاران (۲۰۱۵)، مسئله زنجیره تأمین دوکاناله را با فرض اتخاذ استراتژی‌های قیمت‌گذاری هم در تأمین‌کننده و هم خرده‌فروش بررسی کردند و واکنش‌های

1 Li, et al.
2 Shi, et al.
3 He & Zhou
4 Zhang & Hezarkhani
5 Hua, et al.
6 Xu, et al.

قیمتی خرده‌فروش را نسبت به تصمیمات قیمتی تأمین‌کننده با توجه به سناریوهای مختلف موردتحلیل قرار دادند [۳۲]. سلیمانی (۲۰۱۶)، در یک مسئله زنجیره تأمین دوکاناله که شامل یک تولیدکننده، یک خرده‌فروش و دو کانال آنلاین و سنتی است، با فازی درنظرگرفتن تقاضا، هزینه‌های تولیدکننده را مورد بررسی قرار داد؛ همچنین از رویکرد بازی استکلبرگ نیز برای تحلیل حالت غیرمتمرکز استفاده کرد [۲۶]. جعفری و همکاران (۲۰۱۹)، مسئله یادشده را در زنجیره تأمینی شامل یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش بررسی کردند و علاوه بر قیمت، تصمیمات مرتبط با سفارش‌دهی را نیز موردتوجه قرار دادند؛ همچنین از چندین رویکرد مختلف بازی شامل برترند[1] و استکلبرگ برای تحلیل مسئله استفاده کردند [۹]. کی و همکاران[2] (۲۰۱۸)، انواع سناریوهای عدم قطعیت و بهره‌گیری از مفهوم درجه باور خبرگان را در مسئله یادشده مورد بررسی قرار دادند [۱۱].

نظری و همکاران (۲۰۱۸)، سیاست‌های سفارش‌دهی و قیمت‌گذاری را در یک زنجیره تأمین دوکاناله شامل یک تولیدکننده و دو کانال سنتی و آنلاین بررسی کردند. در این زنجیره تأمین محصولات برگشتی قابل‌فروش در بازار دست‌دوم است [۱۹]. موداک و کله[3] (۲۰۱۹)، به بررسی تصمیمات قیمت و زمان تحویل وابسته به مقدار تقاضای مشتری در یک زنجیره تأمین دوکاناله پرداختند [۱۷]. رنجان و جی‌ها[4] (۲۰۱۹)، استراتژی‌های قیمت‌گذاری و هماهنگی بین اعضا را در یک زنجیره تأمین دوکاناله بررسی کردند که در آن تولیدکننده از طریق یک کانال مستقیم آنلاین (سبز) و یک کانال خرده‌فروشی آفلاین (غیرسبز) محصولات خود را به مشتریان ارائه می‌دهد [۲۱].

رازا و مدهوماهان گویندالوری[5] (۲۰۱۹)، مسئله زنجیره تأمین دوکاناله یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش را با فرض عرضه دو محصول معمولی و سبز از طریق کانال‌های آنلاین و سنتی مورد تحلیل قرار دادند. فرض مهم این پژوهش، علاوه بر ریسک‌گریز بودن اعضای زنجیره، به‌کارگیری قراردادهای اشتراک درآمد و هزینه بود [۲۳]. ژو و همکاران[6] (۲۰۱۹)، مسئله بالا را با فرض عدم قطعیت در تقاضا و امکان ارائه محصول ناسالم از طریق کانال‌ها توسط خرده‌فروش بررسی کردند [۳۷]. هی و همکاران[7] (۲۰۲۰)، مسئله دوکاناله یادشده را با فرض قیمت‌گذاری محصولات فاسدشدنی و هم‌زمان تحلیل پارامترهای موجودی تحلیل کرده و از رویکرد بازی استکلبرگ برای تحلیل حالت غیرمتمرکز استفاده کردند [۶]. لیو و همکاران (۲۰۲۰)، مسئله

1. Bertrand
2. Ke et al.
3 Modak & Kelle
4. Ranjan, A., & Jha
5. Raza &Madhumohan Govindaluri
6. Zhou et al.
7. He et al.

یادشده دوکاناله یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش را در با فرض وجود دو محصول متمایز و رویکرد نظریه بازی مورد مطالعه قرار دادند [۱۵]. ماتسوی[1] (۲۰۲۰)، نیز مسئله ذکرشده را با فرض وجود یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش در حالتی که امکان چانه‌زنی بین اعضای یادشده وجود داشته باشد، بررسی کرد [۱۶].

رحمانی و همکاران (۲۰۲۰)، مسئله زنجیره تأمین دوکاناله یک تولیدکننده یک خرده‌فروش با دو کانال آنلاین و سنتی را برخلاف بسیاری از پژوهش‌های پیشین در قالب یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی توأم با عدم‌قطعیت مدل نموده و تصمیمات مکان‌یابی، انتقال محصول و انتخاب فناوری تولید در تولیدکننده را با فرض تأثیر این تصمیم بر میزان سبزبودن محصول مورد مطالعه قرار دادند؛ همچنین از رویکرد برنامه‌ریزی استوار امکانی برای مدل‌سازی عدم‌قطعیت استفاده کردند و در نهایت از چندین الگوریتم فرابتکاری برای حل بهره گرفتند [۲۰]. وانگ و همکاران[2] (۲۰۲۰)، مسئله یادشده را در قالب یک زنجیره تأمین حلقه‌بسته با روش‌های مختلف جمع‌آوری محصول از مشتریان و همچنین ارائه محصول استاندارد و سفارش سازی‌شده بررسی کردند [۳۰]. ژانگ و همکاران[3] (۲۰۲۱)، مسئله زنجیره تأمین دوکاناله را در حالت یک تولیدکننده یک خرده‌فروش با فرض امکان ارائه محصول سبز دوستدار محیط‌زیست به بازار، موردمطالعه قرار دادند [۳۵]. خلاصه پژوهش‌های مرتبط با مسئله زنجیره تأمین دوکاناله با قیمت‌گذاری در جدول ۱، ارائه شده است.

جدول ۱. خلاصه پژوهش‌های مرتبط با مسئله زنجیره تأمین دوکاناله با قیمت‌گذاری

پژوهشگر (سال)	سال	عوامل موردبررسی علاوه بر قیمت	ساختار زنجیره فیزیکی		تعداد کانال‌های آنلاین	
			یک تولیدکننده یک خرده‌فروش	سایر	۱	بیش از ۱
هووا و همکاران، (۲۰۰۷) [۷]	۲۰۱۰	زمان تحویل	*		*	
اگزو و همکاران، (۲۰۱۲) [۳۱]	۲۰۱۲	زمان تحویل	*		*	
اگزو و همکاران، (۲۰۱۵) [۳۲]	۲۰۱۵	مقایسه قیمتی بین اعضا زنجیره	*		*	
سلیمانی، (۲۰۱۶) [۲۶]	۲۰۱۶	فازی درنظرگرفتن تقاضا و هزینه تولیدکننده	*		*	

1. Matsui
2 Wang, et al.
3. Zhang, et al.

پژوهشگر (سال)	سال	عوامل موردبررسی علاوه بر قیمت	ساختار زنجیره فیزیکی		تعداد کانال‌های آنلاین	
			یک تولیدکننده یک خرده‌فروش	سایر	۱	بیش از ۱
جعفری و همکاران، (۲۰۱۶) [۹]	۲۰۱۶	سفارش‌دهی		یک تولیدکننده دو خرده‌فروش	*	
کی و همکاران، (۲۰۱۸) [۱۱]	۲۰۱۸	بررسی انواع سناریوهای عدم‌قطعیت	*		*	
نظری و همکاران، (۲۰۱۸) [۱۹]	۲۰۱۸	سفارش‌دهی و لجستیک معکوس	*		*	
موداک و کله، (۲۰۱۹) [۱۷]	۲۰۱۹	زمان تحویل با تقاضای احتمالی	*		*	
رنجان و جی‌ها، (۲۰۱۹) [۲۱]	۲۰۱۹	کیفیت سبز و تلاش‌های بازاریابی			*	
رازا و مدهوماهان گویندالوری، (۲۰۱۹) [۲۳]	۲۰۱۹	محصول عادی و سبز، به‌کارگیری قرارداد اشتراک درآمد و هزینه	*		*	
ژو و همکاران، (۲۰۱۹) [۳۷]	۲۰۱۹	عدم‌قطعیت تقاضا و ارائه محصول ناسالم	*		*	
هی و همکاران، (۲۰۲۰) [۶]	۲۰۲۰	موجودی با فرض ارائه محصول فاسدشدنی	*		*	
لیو و همکاران، (۲۰۲۰) [۱۵]	۲۰۲۰	دومحصولی	*		*	
ماتسوی، (۲۰۲۰) [۱۶]	۲۰۲۰	چانه‌زنی قیمتی بین اعضا	*		*	
رحمانی و همکاران، (۲۰۲۰) [۲۰]	۲۰۲۰	مکان‌یابی، جابه‌جایی محصول و فناوری تولید	*		*	
وانگ و همکاران، (۲۰۲۰) [۳۰]	۲۰۲۰	زنجیره تأمین حلقه بسته با روش‌های مختلف جمع‌آوری	*		*	
ژانگ و همکاران، (۲۰۲۱) [۳۵]	۲۰۲۱	محصول سبز دوستدار محیط‌زیست	*		*	
پژوهش حاضر	۲۰۲۱	زمان تحویل	*			*

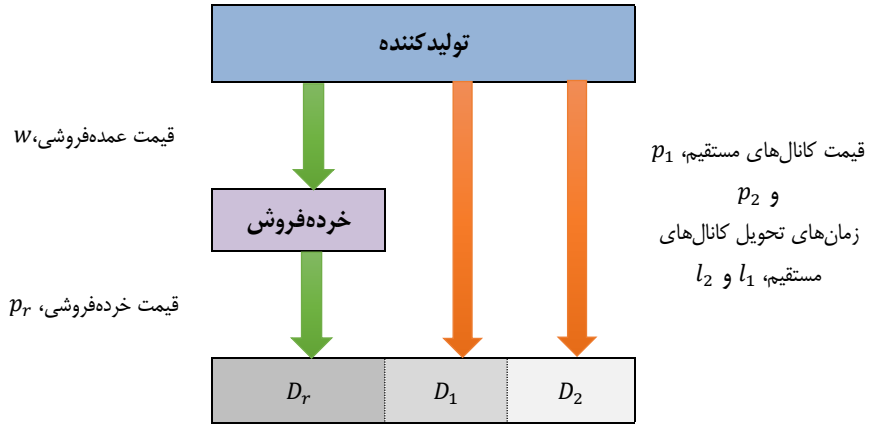
با توجه به جدول ۱، مسئله زنجیره تأمین دوکاناله با دو کانال آنلاین و سنتی (در قالب یک سیستم تولیدکننده و خرده‌فروش) به‌نحوی‌که دو کانال آنلاین مختلف با زمان‌های تحویل متفاوت وجود داشته باشد، تاکنون بررسی نشده است. تفاوت زمان‌های تحویل می‌تواند به‌دلیل سیستم‌های حمل‌ونقل مختلف یا به دلایل سیاست‌های مختلف مدیریتی و صرفه‌جویی‌های لجستیکی باشد.

در ادامه مقاله، در بخش سوم، بیان مسئله و ارائه مدل ریاضی در دو حالت متمرکز و غیرمتمرکز صورت می‌گیرد. در بخش چهارم، مثال‌های عددی و تحلیل نتایج به‌منظور بررسی اعتبار و کارایی مدل ارائه می‌شود. نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی نیز در بخش پایانی ارائه خواهد شد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

بیان مسئله و ارائه مدل ریاضی. در این پژوهش یک زنجیره تأمین دوکاناله با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش در نظر گرفته شده است که در آن تولیدکننده کالای خود را هم از طریق خرده‌فروش و هم از طریق کانال آنلاین به فروش می‌رساند. شکل ۱، ساختار زنجیره تأمین را نشان می‌دهد. فرض می‌شود ارائه محصول به مشتریان از طریق کانال آنلاین (مستقیم) با دو روش حمل متفاوت و درنتیجه با زمان‌های تحویل متفاوت انجام می‌پذیرد. ابتدا با استفاده از بازی استکلبرگ یک زنجیره تأمین غیرمتمرکز در نظر گرفته شده است که در آن هم تولیدکننده و هم خرده‌فروش به‌تنهایی در مورد متغیرهای خود تصمیم‌گیری می‌کنند و سود خود را به حداکثر می‌رسانند؛ سپس برای بررسی تأثیر هماهنگی و یکپارچگی اعضا بر زنجیره تأمین، یک زنجیره متمرکز در نظر گرفته می‌شود که در آن تولیدکننده و خرده‌فروش به‌صورت یکپارچه و متمرکز تصمیم‌گیری می‌کنند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱. ساختار زنجیره تأمین دو کاناله [۷]

نوآوری اصلی این پژوهش درنظرگرفتن زمان‌های تحویل متفاوت برای کانال‌های فروش آنلاین و درنتیجه تأثیر آن بر قیمت و تقاضای هر یک از کانال‌های آنلاین و البته کانال خرده‌فروشی سنتی است. درضمن مدل‌سازی مسئله در دو حالت زنجیره تأمین متمرکز و غیرمتمرکز صورت گرفته است. در حالت متمرکز سود کل زنجیره حداکثر شده؛ درحالی‌که در حالت غیرمتمرکز از بازی استکلبرگ با رهبری تولیدکننده استفاده شده است. درنهایت نشان داده شده است که سود زنجیره در حالت متمرکز به میزان زیادی نسبت به حالت غیرمتمرکز افزایش می‌یابد.

آنچه موجب منحصربه‌فردشدن این پژوهش می‌شود، وجود رقابت بین کانال‌های سنتی و دو کانال فروش آنلاین است. پارامترها و متغیرهای مسئله در جدول ۲، مشاهده می‌شود.

جدول ۲. پارامترها و متغیرهای مدل

پارامترها	
تقاضای بالقوه بازار	a
حساسیت تقاضا به قیمت خوددر هر یک از کانال‌های فروش آنلاین یا سنتی	β_1
حساسیت تقاضا به قیمت رقیب در داخل کانال آنلاین	β_2
حساسیت تقاضا به قیمت بین کانال آنلاین و کانال خرده‌فروشی	γ
حساسیت تقاضا به زمان تحویل خود در کانال آنلاین	α_1
حساسیت تقاضا به زمان تحویل رقیب در کانال آنلاین	α_2
حساسیت تقاضا به زمان تحویل در کانال خرده‌فروشی	λ
درصد مشتری پذیری کانال آنلاین (مستقیم)	θ
هزینه تأمین کالا در کانال خرده‌فروشی	c_r
هزینه تأمین کالا برای کانال آنلاین (مستقیم) i	c_i
پارامتر هزینه ناشی از زمان تحویل	h

پارامترها	
تقاضای کانال خرده‌فروشی	D_r
تقاضای کانال آنلاین با روش حمل i	D_i
تابع سود خرده‌فروش	π_r
تابع سود تولیدکننده	π_M
تابع سود در حالت متمرکز	π_c
متغیرهای تصمیم	
قیمت عمده‌فروشی	w
قیمت خرده‌فروشی	p_r
قیمت فروش کالا در کانال آنلاین با روش حمل i $(i = 1,2)$	p_i
زمان تحویل کالا با روش حمل i $(i = 1,2)$	l_i

مطابق با پژوهش‌های یانگ و گنوس[1] (۲۰۰۷)، لیو و همکاران (۲۰۰۷) و هوانگ و سامیناتان[2] (۲۰۰۹)، فرض می‌شود که توابع تقاضا نسبت به قیمت و زمان تحویل خطی هستند [۳۴، ۱۴، ۸]. توابع تقاضای تولیدکننده در کانال آنلاین و با هرکدام از روش‌های حمل در معادلات ۱ و ۲ و همچنین تابع تقاضای خرده‌فروش در معادله ۳، نشان داده شده است:

$$D_1 = \theta a - \beta_1 p_1 + \beta_2 p_2 + \gamma p_r - \alpha_1 l_1 + \alpha_2 l_2 \quad (۱)$$

$$D_2 = \theta a - \beta_1 p_2 + \beta_2 p_1 + \gamma p_r - \alpha_1 l_2 + \alpha_2 l_1 \quad (۲)$$

$$D_r = (1 - 2\theta)a - \beta_1 p_r + \gamma(p_1 + p_2) + \lambda(l_1 + l_2) \quad (۳)$$

همچنین تابع سود تولیدکننده و خرده‌فروش به ترتیب در معادلات ۴ و ۵، برابر است با:

$$\pi_M = (w - c_r)D_r + \sum_{i=1}^{2}\left(p_i - c_i - \frac{h}{l_i}\right)D_i \quad (۴)$$

$$\pi_r = (p_r - w)D_r = (p_r - w)[(1 - 2\theta)a - \beta_1 p_r + \gamma(p_1 + p_2) + \lambda(l_1 + l_2)] \quad (۵)$$

در معادله ۴، h/l_i هزینه تحویل کالا در کانال آنلاین i است؛ به این صورت که هرچه زمان تحویل کالا کوتاه‌تر شود، مستلزم هزینه بیشتری خواهد بود و سود تولیدکننده را کاهش خواهد

1. Yang & Geunes
2. Huang & Swaminathan

داد. برای مثال در حمل هوایی نسبت به جاده‌ای، زمان تحویل کوتاه‌تر و به‌تبع هزینه تحویل بیشتر خواهد بود.

علاوه بر این، فرضیه‌ها و محدودیت‌های مدل عبارت‌اند از:

۱. حساسیت تقاضا به قیمت در خود کانال بیشتر از حساسیت تقاضا به قیمت در کانال رقیب است؛ بنابراین $\beta_1 > \beta_2 , \beta_1 > \gamma$؛

۲. حساسیت تقاضا به زمان تحویل در خود کانال بیشتر از حساسیت تقاضا به زمان تحویل در کانال رقیب است؛ بنابراین $\alpha_1 > \alpha_2$؛

۳. در هر کانال منطقاً قیمت باید از هزینه تأمین بیشتر باشد: $p_1 > c_1, p_2 > c_2, p_r > c_r$؛

۴. تقاضا نباید با افزایش قیمت یا زمان تحویل افزایش یابد؛

۵. قیمت عمده‌فروشی باید از قیمت‌های فروش در کانال آنلاین (مستقیم) کمتر باشد؛ زیرا در این صورت ممکن است خرده‌فروش محصول را از طریق کانال آنلاین و با قیمت پایین‌تر به‌دست آورد: $w < p_1, w < p_2$؛

۶. زمان تحویل در کانال مستقیم ۲ کمتر از کانال مستقیم ۱ باشد؛ بنابراین در خصوص قیمت و هزینه تأمین نیز خواهیم داشت: $l_2 < l_1, p_2 > p_1, c_2 > c_1$؛

۷. امکان وجود رقابت بین کانال‌های فروش آنلاین و همچنین رقابت با کانال خرده‌فروشی است.

در ادامه مسئله در دو حالت متمرکز و غیرمتمرکز بررسی می‌شود.

زنجیره تأمین دوکاناله غیرمتمرکز. در این بخش یک زنجیره تأمین دوکاناله غیرمتمرکز در نظر گرفته شده است که در هم تولیدکننده و هم خرده‌فروش با هدف حداکثرکردن سود خود در مورد متغیرهای خود تصمیم‌گیری می‌کنند. تولیدکننده به‌عنوان رهبر این بازی استکلبرگ است و ابتدا در مورد w، p_1، p_2، l_1 و l_2 تصمیم‌گیری می‌کند؛ سپس خرده‌فروش که به‌عنوان پیرو عمل می‌کند، بر اساس تصمیمات تولیدکننده قیمت خرده‌فروشی p_r بهینه خود را تعیین می‌کند.

استراتژی قیمت‌گذاری خرده‌فروش. بازی به روش پس‌رو حل شده و ابتدا با فرض معلوم بودن توابع پاسخ تولیدکننده، قیمت خرده‌فروشی خرده‌فروش تعیین می‌شود؛ بنابراین با هدف حداکثرسازی تابع سود خرده‌فروش، مشتق جزئی مرتبه اول نسبت به قیمت محاسبه‌شده و با حل معادله، قیمت بهینه خرده‌فروش حاصل می‌شود. مشتق مرتبه اول تابع سود خرده‌فروش نسبت به قیمت خرده‌فروشی برابر است با:

$$\frac{\partial \pi_r}{\partial p_r} = (1 - 2\theta)a - 2\beta_1 p_r + \gamma(p_1 + p_2) + \lambda(l_1 + l_2) + w \qquad (۶)$$

با مساوی صفر قرار دادن مشتق $\frac{\partial \pi_r}{\partial p_r} = 0$ و حل معادله، قیمت بهینه خرده‌فروشی به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$p_r^* = \frac{1}{2\beta_1}[(1-2\theta)a + \gamma(p_1 + p_2) + \lambda(l_1 + l_2) + w\beta_1] \quad (۷)$$

واضح است که مشتق مرتبه دوم تابع که برابر با $\frac{\partial^2 \pi_r}{\partial {p_r}^2} = -2\beta_1$ است، منفی بوده و درنتیجه تابع مقعر است. بعد از جایگذاری قیمت بهینه خرده‌فروش در تابع سود او، سود بهینه خرده‌فروش π_r^* بر اساس تابعی از w، p_1، p_2، l_1 و l_2برابر است با:

$$\pi_r^* = \frac{1}{4\beta_1}[(1-2\theta)a + \gamma(p_1 + p_2) + \lambda(l_1 + l_2) - w\beta_1]^2 \quad (۸)$$

توابع پاسخ تولیدکننده. ابتدا قیمت خرده‌فروشی بهینه یا معادله ۷، در تابع هدف تولیدکننده یا معادله ۴، جایگذاری می‌شود و رابطه ۹، به‌دست می‌آید:

$$\begin{aligned}\pi_M = {} & \frac{1}{2}(w - c_r)[(1-2\theta)a + \gamma(p_1 + p_2) + \lambda(l_1 + l_2) - w\beta_1] \\ & + \left(p_1 - c_1 - \frac{h}{l_1}\right)\left[\theta a + \gamma\frac{(1-2\theta)a}{2\beta_1} + \frac{(\gamma^2 - 2\beta_1^2)}{2\beta_1}p_1\right. \\ & + \frac{(\gamma^2 + 2\beta_1\beta_2)}{2\beta_1}p_2 + \frac{(\gamma\lambda - 2\beta_1\alpha_1)}{2\beta_1}l_1 \\ & \left. + \frac{(\gamma\lambda + 2\beta_1\alpha_2)}{2\beta_1}l_2 + \frac{\gamma w}{2}\right] \\ & + \left(p_2 - c_2 - \frac{h}{l_2}\right)\left[\theta a + \gamma\frac{(1-2\theta)a}{2\beta_1} + \frac{(\gamma^2 - 2\beta_1^2)}{2\beta_1}p_2\right. \\ & + \frac{(\gamma^2 + 2\beta_1\beta_2)}{2\beta_1}p_1 + \frac{(\gamma\lambda - 2\beta_1\alpha_1)}{2\beta_1}l_2 \\ & \left. + \frac{(\gamma\lambda + 2\beta_1\alpha_2)}{2\beta_1}l_1 + \frac{\gamma w}{2}\right]\end{aligned} \quad (۹)$$

بررسی ماتریس هشین تابع سود تولیدکننده نشان می‌دهد که این تابع نسبت بهw، p_1 و p_2 مقعر است؛ اما به‌طورهم‌زمان نسبت به w، p_1، p_2، l_1 و l_2 نامعین بوده و مقعر نیست؛ بنابراین برای تعیین مقادیر بهینه w، p_1، p_2، l_1 و l_2 از تکنیک بهینه‌سازی دومرحله‌ای استفاده می‌شود و ابتدا با ثابت‌فرض‌کردن l_1 و l_2 مقادیر بهینه w، p_1 و p_2 و همچنین مقدار بهینه π_M تعیین می‌گردد؛ سپس مقادیر بهینه l_1 و l_2محاسبه می‌شود تا π_M به حداکثر برسد. با مشتق‌گیری از

π_M نسبت به w، p_1 و p_2، و حل دستگاه سه معادله سه‌مجهولی نتایج زیر طبق معادلات ۱۰ تا ۱۲، حاصل می‌شود:

$$w = \frac{c_r}{2} + \frac{(l_1 + l_2)}{2(2y^2 - \beta_1^2 + \beta_1\beta_2)}[\gamma(\alpha_1 - \alpha_2) - \lambda(\beta_1 - \beta_2)] - \frac{a}{2(2y^2 - \beta_1^2 + \beta_1\beta_2)}[2\theta\gamma + (\beta_1 - \beta_2)(2\theta + 1)] \quad (۱۰)$$

$$p_1 = \frac{A_1}{2l_1(2y^2 - \beta_1^2 + \beta_1\beta_2)} + \frac{\beta_1 A_2}{2(\beta_1 + \beta_2)(2y^2 - \beta_1^2 + \beta_1\beta_2)} + \frac{\gamma^2(\alpha_1 + \alpha_2)(l_2 - l_1)}{2(\beta_1 + \beta_2)(2y^2 - \beta_1^2 + \beta_1\beta_2)} \quad (۱۱)$$

$$p_2 = \frac{A_3}{2l_2(2y^2 - \beta_1^2 + \beta_1\beta_2)} + \frac{\beta_1 A_4}{2(\beta_1 + \beta_2)(2y^2 - \beta_1^2 + \beta_1\beta_2)} + \frac{\gamma^2(\alpha_1 + \alpha_2)(l_1 - l_2)}{2(\beta_1 + \beta_2)(2y^2 - \beta_1^2 + \beta_1\beta_2)} \quad (۱۲)$$

به‌طوری‌که:

$$A_1 = al_1(2\theta\gamma - \theta\beta_1 - \gamma) - \gamma\lambda l_1(l_1 + l_2) + 2\gamma^2(h + c_1 l_1) \quad (۱۷)$$

$$A_2 = \beta_1(\alpha_1 l_1 - c_1\beta_1) + \beta_2(\alpha_1 l_2 - c_1\beta_2) - \alpha_2(\beta_1 l_2 + \beta_2 l_1) \quad (۱۸)$$

$$A_3 = al_2(2\theta\gamma - \theta\beta_1 - \gamma) - \gamma\lambda l_2(l_1 + l_2) + 2\gamma^2(h + c_2 l_2) \quad (۱۹)$$

$$A_4 = \beta_1(\alpha_2 l_1 - c_2\beta_1) + \beta_2(\alpha_2 l_2 - c_2\beta_2) - \alpha_1(\beta_1 l_2 + \beta_2 l_1) \quad (۲۰)$$

برای اثبات بهینه‌بودن جواب‌ها و مقعربودن تابع سود تولیدکننده از ماتریس هشین استفاده شده و نشان داده می‌شود که ماتریس هشین معین منفی است. ماتریس هشین تابع برابر است با:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2\pi_M}{\partial w^2} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial w\partial p_1} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial w\partial p_2} \\ \frac{\partial^2\pi_M}{\partial p_1\partial w} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial {p_1}^2} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial p_1\partial p_2} \\ \frac{\partial^2\pi_M}{\partial p_2\partial w} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial p_2\partial p_1} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial {p_2}^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\beta_1 & \gamma & \gamma \\ \gamma & \frac{\gamma^2 - 2\beta_1^2}{\beta_1} & \frac{\gamma^2 + 2\beta_1\beta_2}{\beta_1} \\ \gamma & \frac{\gamma^2 + 2\beta_1\beta_2}{\beta_1} & \frac{\gamma^2 - 2\beta_1^2}{\beta_1} \end{bmatrix} \quad (۲۱)$$

ازآنجاکه:

$$\frac{\partial^2 \pi_M}{\partial w^2} = -\beta_1 < 0 \quad (۲۲)$$

$$\begin{vmatrix} -\frac{\beta_1}{2} & \frac{\gamma}{2} \\ \frac{\gamma}{2} & \frac{3\gamma^2 - 4\beta_1^2}{2\beta_1} \end{vmatrix} = 2(\beta_1^2 - \gamma^2) > 0 \quad (۲۳)$$

$$\begin{vmatrix} -\frac{\beta_1}{2} & \frac{\gamma}{2} & \frac{\gamma}{2} \\ \frac{\gamma}{2} & \frac{3\gamma^2 - 4\beta_1^2}{2\beta_1} & \frac{3\gamma^2 + 4\beta_1\beta_2}{2\beta_1} \\ \frac{\gamma}{2} & \frac{3\gamma^2 + 4\beta_1\beta_2}{2\beta_1} & \frac{3\gamma^2 - 4\beta_1^2}{2\beta_1} \end{vmatrix} = 4(\beta_1 + \beta_2)(2\gamma^2 - \beta_1^2 + \beta_1\beta_2) < 0 \quad (۲۴)$$

ماتریس هشین معین منفی بوده و تابع سود تولیدکننده نسبت به w، p_1 و p_2 مقعر است. در ادامه مقادیر به‌دست‌آمده برای متغیرهای w، p_1 و p_2 در تابع سود تولیدکننده جایگذاری شده و π_M بر حسب l_1 و l_2 حاصل می‌شود؛ سپس با مشتق‌گیری از π_M نسبت به l_1 و l_2 و حل دستگاه دو معادله دومجهولی، l_1 و l_2 تعیین می‌شود. به‌دلیل پیچیدگی بیش‌ازحد معادلات این مرحله از بهینه‌سازی با استفاده از مثال عددی حل‌شده، l_1 و l_2به‌صورت عددی تعیین‌شده و مقعربودن تابع نیز با مثال عددی نشان داده می‌شود.

زنجیره تأمین دوکاناله متمرکز. در این بخش برای بررسی تأثیر هماهنگی و یکپارچگی اعضای زنجیره بر روی زنجیره تأمین، یک زنجیره تأمین دوکاناله متمرکز در نظر گرفته شده است که در آن تولیدکننده به‌صورت عمودی با خرده‌فروش یکپارچه شده است. تولیدکننده تمام تصمیمات قیمت خرده‌فروشی p_r، قیمت‌های کانال مستقیم p_1 و p_2 و زمان‌های تحویل l_1 و l_2 را کنترل می‌کند. تابع سود زنجیره تأمین برابر است با:

$$\begin{aligned} \pi_c = \pi_r + \pi_M = (p_r - c_r)D_r + \sum_{i=1}^{2}(p_i - c_i)D_i \\ = (p_r - c_r)[(1-2\theta)a - \beta_1 p_r + \gamma(p_1 + p_2) \\ + \lambda(l_1 + l_2)] \\ + \left(p_1 - c_1 - \frac{h}{l_1}\right)[\theta a - \beta_1 p_1 + \beta_2 p_2 + \gamma p_r - \alpha_1 l_1 \\ + \alpha_2 l_2] \\ + \left(p_2 - c_2 - \frac{h}{l_2}\right)[\theta a - \beta_1 p_2 + \beta_2 p_1 + \gamma p_r - \alpha_1 l_2 \\ + \alpha_2 l_1] \end{aligned} \quad (۲۵)$$

در این مدل نیز بررسی ماتریس هشین تابع سود تولیدکننده نشان می‌دهد که این تابع نسبت به p_r، p_1 و p_2 مقعر بوده؛ اما به‌طورهم‌زمان نسبت به p_r، p_1، p_2، l_1 و l_2 نامعین است؛ بنابراین همانند بخش قبل برای تعیین مقادیر بهینه p_r، p_1، p_2، l_1 و l_2از تکنیک بهینه‌سازی دومرحله‌ای استفاده شده و ابتدا با ثابت فرض‌کردن l_1 و l_2 مقادیر بهینه p_r، p_1 و p_2 و همچنین مقدار بهینه π_Mتعیین می‌شود؛ سپس مقادیر بهینه l_1 و l_2محاسبه می‌گردد تا π_M به حداکثر برسد. با مشتق‌گیری از π_M نسبت به p_r، p_1 و p_2 و حل دستگاه سه معادله سه‌مجهولی داریم:

$$w = c_r + \frac{(l_1+l_2)}{(2y^2-\beta_1^2+\beta_1\beta_2)}[\gamma(\alpha_1-\alpha_2)-\lambda(\beta_1-\beta_2)] - \frac{a}{(2y^2-\beta_1^2+\beta_1\beta_2)}[2\theta\gamma+(\beta_1-\beta_2)(2\theta+1)] \quad (۲۶)$$

$$p_1 = \frac{A_1}{2l_1(2y^2-\beta_1^2+\beta_1\beta_2)} + \frac{\beta_1 A_2}{2(\beta_1+\beta_2)(2y^2-\beta_1^2+\beta_1\beta_2)} + \frac{\gamma^2(\alpha_1+\alpha_2)(l_2-l_1)}{2(\beta_1+\beta_2)(2y^2-\beta_1^2+\beta_1\beta_2)} \quad (۲۷)$$

$$p_2 = \frac{A_3}{2l_2(2y^2-\beta_1^2+\beta_1\beta_2)} + \frac{\beta_1 A_4}{2(\beta_1+\beta_2)(2y^2-\beta_1^2+\beta_1\beta_2)} + \frac{\gamma^2(\alpha_1+\alpha_2)(l_1-l_2)}{2(\beta_1+\beta_2)(2y^2-\beta_1^2+\beta_1\beta_2)} \quad (۲۸)$$

برای اثبات بهینه‌بودن جواب‌ها و مقعربودن تابع سود تولیدکننده از ماتریس هشین استفاده شده و نشان داده می‌شود که ماتریس هشین معین منفی است. ماتریس هشین تابع برابر است با:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2\pi_M}{\partial {p_r}^2} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial p_r \partial p_1} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial p_r \partial p_2} \\ \frac{\partial^2\pi_M}{\partial p_1 \partial p_r} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial {p_1}^2} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial p_1 \partial p_2} \\ \frac{\partial^2\pi_M}{\partial p_2 \partial p_r} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial p_2 \partial p_1} & \frac{\partial^2\pi_M}{\partial {p_2}^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2\beta_1 & 2\gamma & 2\gamma \\ 2\gamma & -2\beta_1 & 2\beta_2 \\ 2\gamma & 2\beta_2 & -2\beta_1 \end{bmatrix} \quad (۲۹)$$

ازآنجاکه:

$$\frac{\partial^2\pi_M}{\partial w^2} = -2\beta_1 < 0 \quad (۳۰)$$

$$\begin{vmatrix} -2\beta_1 & 2\gamma \\ 2\gamma & -2\beta_1 \end{vmatrix} = 4(\beta_1^2 - \gamma^2) > 0 \quad (۳۱)$$

$$\begin{vmatrix} -2\beta_1 & 2\gamma & 2\gamma \\ 2\gamma & -2\beta_1 & 2\beta_2 \\ 2\gamma & 2\beta_2 & -2\beta_1 \end{vmatrix} = 8(\beta_1 + \beta_2)(2\gamma^2 - \beta_1^2 + \beta_1\beta_2) < 0 \quad (۳۲)$$

ماتریس هشین معین منفی بوده و تابع سود تولیدکننده نسبت به p_r، p_1 و p_2 مقعر است. در ادامه مقادیر به‌دست‌آمده برای متغیرهای p_r، p_1 و p_2 در تابع سود تولیدکننده جایگذاری شده و π_M بر حسب l_1 و l_2حاصل می‌شود؛ سپس با مشتق‌گیری از π_M نسبت به l_1 و l_2 و حل دستگاه دو معادله دومجهولی، l_1 و l_2 تعیین می‌شود. به‌دلیل پیچیدگی بیش‌ازحد معادلات این مرحله از بهینه‌سازی با استفاده از مثال عددی حل‌شده، l_1 و l_2 به‌صورت عددی تعیین‌شده و مقعربودن تابع نیز با مثال عددی نشان داده می‌شود.

۴. تحلیل داده ها و یافته‌های پژوهش

مثال‌های عددی و تحلیل نتایج. در این بخش به‌منظور بررسی روابط بین قیمت خرده‌فروشی، قیمت‌های کانال مستقیم، قیمت عمده‌فروشی و همچنین مقایسه استراتژی‌های قیمت‌گذاری و زمان‌های تحویل در هر دو زنجیره تأمین غیرمتمرکز و متمرکز، یک مثال عددی حل می‌شود و تحلیل حساسیت روی پارامترهای حساس انجام می‌گیرد. مقادیر در نظرگرفته‌شده برای پارامترها باید محدودیت‌های ذکرشده در بخش‌های قبلی را ارضا کنند تا مدل شدنی باشد. با توجه به پژوهش هووا و همکاران (۲۰۱۰)، و بررسی مثال‌های عددی مختلف، مقادیر پارامترها به‌صورت زیر در نظر گرفته می‌شود [۷]:

$$\alpha = 50000, \beta_1 = 150, \beta_2 = 30, \gamma = 20, \alpha_1 = 200, \alpha_2 = 150, \lambda = 50, c_r = 100, c_1 = 90, c_2 = 120, \theta = 0.3, h = 20$$

حل مثال عددی. هر دو مدل زنجیره تأمین غیرمتمرکز و متمرکز در بخش‌های قبل حل‌شده و w، p_1 و p_2 در زنجیره تأمین غیرمتمرکز وp_r، p_1 و p_2 در زنجیره تأمین متمرکز به‌صورت تحلیلی تعیین می‌شوند. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، پیچیدگی بیش‌ازحدمسئله، مانع از تعیین l_1 و l_2به‌صورت تحلیلی می‌شود. در این بخش با استفاده از مقادیر درنظرگرفته‌شده برای پارامترها، مثال عددی حل‌شده و مقادیر l_1 و l_2 و مقدار سایر متغیرها محاسبه می‌شوند؛ همچنین مقعر بودن با استفاده از ماتریس هشین تابع سود تولیدکننده نشان داده می‌شود. نتایج حل دو مدل به‌صورت خلاصه در جدول ۳، نشان داده شده است.

جدول ۳. نتایج حاصل از حل مثال عددی برای زنجیره تأمین غیرمتمرکز و متمرکز

پارامترها	زنجیره تأمین غیرمتمرکز	زنجیره تأمین متمرکز
θ	۰/۳	۰/۳
w	۱۳۸/۴	–
p_r	۱۵۴/۹	۱۳۸/۴
p_1	۱۲۰/۶	۱۱۹/۸
p_2	۱۴۴/۹	۱۴۴/۶
l_1	۶/۴۴	۷/۵۰
l_2	۱/۶۲	۱/۸۱
D_r	۲۴۷۸	۴۹۷۰
D_1	۳۳۱۰	۲۹۰۱
D_2	۶۲۲	۴۴۳
π_M	۱۹۳۹۳۹	–
π_r	۴۰۹۳۶	–
$\pi_r + \pi_M$	۲۳۴۸۷۰	۲۷۶۵۳۹

در زنجیره تأمین غیرمتمرکز ماتریس هشین تابع سود تولیدکننده نسبت به متغیرهای l_1 و l_2 برابر است با:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial {l_1}^2} & \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial l_1 \partial l_2} \\ \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial l_1 \partial l_2} & \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial {l_2}^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -396 & 400.6 \\ 400.6 & -2857 \end{bmatrix}$$

ازآنجاکه:

$$\frac{\partial^2 \pi_M}{\partial {l_1}^2} = -396 < 0$$
$$\begin{vmatrix} -396 & 400.6 \\ 400.6 & -2857 \end{vmatrix} = 971062.6 > 0$$

ماتریس هشین معین منفی بوده و تابع سود تولیدکننده نسبت به l_1 و l_2 مقعر است؛ بنابراین جواب‌های حاصل‌شده برای متغیرهای l_1 و l_2 در زنجیره تأمین غیرمتمرکز بهینه هستند؛ همچنین در زنجیره تأمین متمرکز ماتریس هشین تابع سود تولیدکننده نسبت به متغیرهای l_1 و l_2 برابر است با:

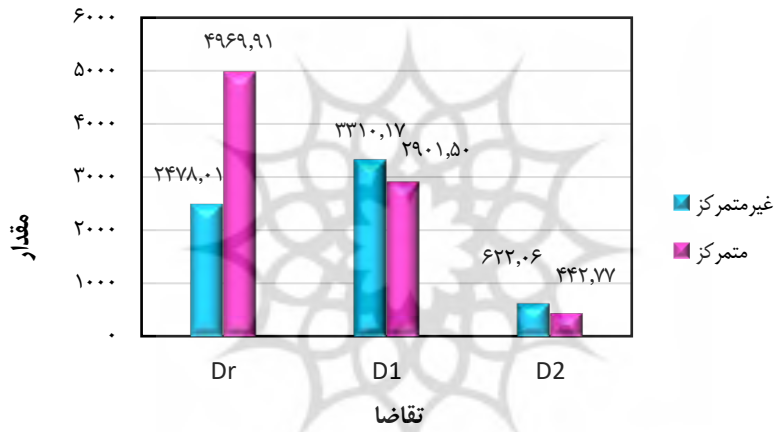
$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial {l_1}^2} & \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial l_1 \partial l_2} \\ \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial l_1 \partial l_2} & \frac{\partial^2 \pi_M}{\partial {l_2}^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -155 & 293 \\ 293 & -1231 \end{bmatrix}$$

ازآنجاکه:

$$\frac{\partial^2 \pi_M}{\partial {l_1}^2} = -155 < 0$$

$$\begin{vmatrix} -155 & 293 \\ 293 & -1231 \end{vmatrix} = 105335 > 0$$

ماتریس هشین معین منفی بوده و تابع سود تولیدکننده نسبت به l_1 و l_2 مقعر است؛ بنابراین جواب‌های به‌دست‌آمده برای متغیرهای l_1 و l_2 در زنجیره تأمین متمرکز نیز بهینه هستند.



شکل ۲. روند تغییر تقاضا به ترتیب از چپ به راست در کانال‌های فروش سنتی و آنلاین ۱ و۲ دو رویکرد متمرکز و غیرمتمرکز

با استفاده از نتایج می‌توان قیمت‌های بهینه، زمان‌های تحویل، مقادیر فروش و سود زنجیره تأمین را در هر دو حالت زنجیره تأمین متمرکز و زنجیره تأمین غیرمتمرکز مقایسه کرد. با توجه به جدول ۴، مشاهده می‌شود که در زنجیره تأمین متمرکز قیمت خرده‌فروشی پایین‌تر بوده و سطح فروش یا تقاضا افزایش یافته است؛ همچنین قیمت در هر دو کانال آنلاین تقریباً ثابت بوده و به مقدار بسیار کمی کاهش یافته است؛ اما زمان‌های تحویل هر دو کانال و به‌خصوص

کانال آنلاین ۱ که زمان تحویل طولانی‌تری دارد، افزایش یافته است؛ درنتیجه همان‌طور که انتظار می‌رود و در شکل ۲، نشان داده شده، مقدار تقاضای این دو کانال کاهش یافته است که این کاهش در کانال آنلاین ۱ که زمان تحویل آن تقریباً یک روز افزایش یافته، به مقدار بیشتری صورت گرفته است؛ اما درنهایت مشاهده می‌شود که سود کل زنجیره تأمین در حالتی که اعضای زنجیره یکپارچه‌شده و متمرکز عمل می‌کنند، افزایش یافته است؛ بنابراین هماهنگی و یکپارچگی اعضای زنجیره تأمین به نفع کل اعضای زنجیره تأمین است. این نتیجه کاملاً با پژوهش اسپنگلر[1] (۱۹۵۰)، مطابق است که نشان داد زمانی که خرده‌فروش و تولیدکننده برای رسیدن به بیشترین سود و منافع به‌طور جداگانه تصمیمات خود را بهینه می‌کنند، قیمت‌ها بالاتر بوده و همچنین مقادیر فروش و سودها پایین‌تر از حالتی است که دو کانال مستقیم و خرده‌فروشی متمرکز شده باشند[۲۷].

تحلیل حساسیت و نتایج آن. در ادامه تحلیل حساسیت روی پارامتر α_2 یا پارامتر رقابت در دو کانال مستقیم انجام شد. هر دو مدل زنجیره تأمین غیرمتمرکز و زنجیره تأمین متمرکز با تغییر پارامتر α_2 حل شده و نتایج در جدول‌های۴ و ۵، نشان داده شده است.

جدول ۴.تحلیل حساسیت روی پارامتر α_2 در زنجیره تأمینغیرمتمرکز

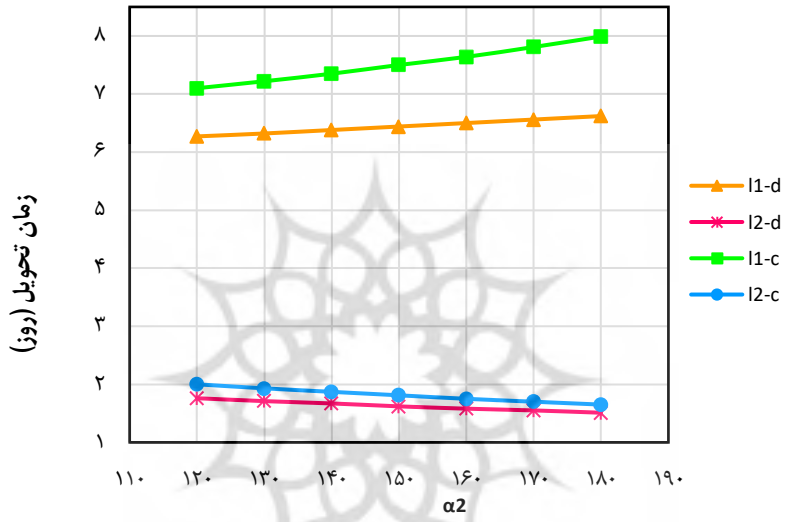
α_2	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰
w	۱۳۸/۲۳۶	۱۳۸/۲۸۳	۱۳۸/۳۳۳	۱۳۸/۳۸۱	۱۳۸/۴۳۱	۱۳۸/۴۸۲	۱۳۸/۵۳۳
p_r	۱۵۴/۷۲۴	۱۵۴/۷۸۱	۱۵۴/۸۴۰	۱۵۴/۹۰۱	۱۵۴/۹۶۲	۱۵۵/۰۲۳	۱۵۵/۰۸۶
p_1	۱۲۰/۴۵۸	۱۲۰/۵۱۲	۱۲۰/۵۵۹	۱۲۰/۶۰۰	۱۲۰/۶۴۴	۱۲۰/۶۹۰	۱۲۰/۷۳۰
p_2	۱۴۳/۵۵۴	۱۴۴/۰۰۴	۱۴۴/۴۲۸	۱۴۴/۹۰۶	۱۴۵/۳۵۴	۱۴۵/۷۶۶	۱۴۶/۲۳۶
l_1	۶/۲۷	۶/۳۲	۶/۳۸	۶/۴۴	۶/۵۰	۶/۵۶	۶/۶۲
l_2	۱/۷۶	۱/۷۱	۱/۶۷	۱/۶۲	۱/۵۸	۱/۵۵	۱/۵۱
D_r	۲۴۷۳/۱۴	۲۴۷۴/۶۸	۲۴۷۶/۱۸	۲۴۷۸/۰۱	۲۴۷۹/۶۸	۲۴۸۱/۱۴	۲۴۸۲/۹۶
D_1	۳۲۸۹/۵۷	۳۲۹۷/۲۰	۳۳۰۳/۵۹	۳۳۱۰/۱۷	۳۳۱۶/۱۳	۳۳۲۱/۴۶	۳۳۲۷/۰۵
D_2	۵۷۵/۵۲۶	۵۹۰/۰۳۲	۶۰۸/۵۷۶	۶۲۲/۰۵۹	۶۳۹/۴۱۰	۶۶۱/۴۰۸	۶۷۷/۸۰۱
π_M	۱۹۱۲۸۱	۱۹۲۱۷۱	۱۹۳۰۹۵	۱۹۳۹۳۳	۱۹۴۸۲۸	۱۹۵۷۹۷	۱۹۶۶۷۱
π_r	۴۰۷۷۶/۲	۴۰۸۲۶/۹	۴۰۸۷۶/۴	۴۰۹۳۶/۸	۴۰۹۹۱/۹	۴۱۰۴۰/۲	۴۱۱۰۰/۵
$\pi_r + \pi_M$	۲۳۲۰۵۷	۲۳۲۹۹۸	۲۳۳۹۷۱	۲۳۴۸۷۰	۲۳۵۸۲۰	۲۳۶۸۳۷	۲۳۷۷۷۱

پرتال جامع علوم انسانی

1. Spengler

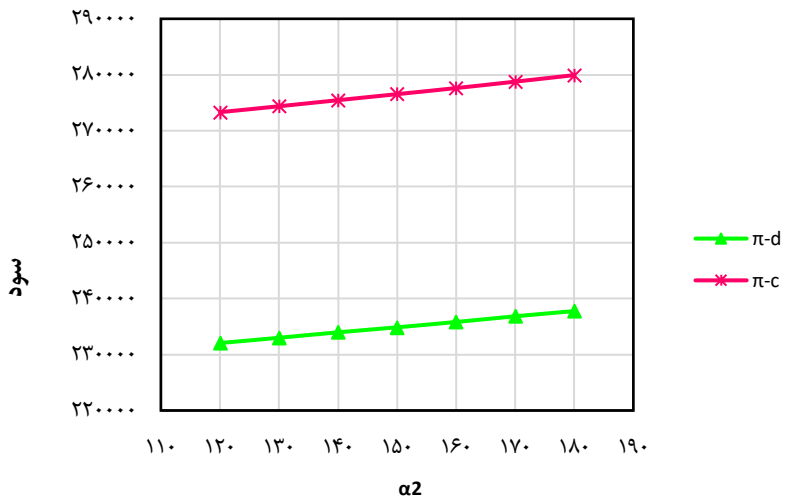
جدول ۵. تحلیل حساسیت روی پارامتر α_2 در زنجیره تأمین متمرکز

α_2	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰
w	۱۳۸/۳۷۳	۱۳۸/۴۳۳	۱۳۸/۴۹۶	۱۳۸/۵۶۲	۱۳۸/۶۲۹	۱۳۸/۷۰۲	۱۳۸/۷۷۹
p_r	۱۱۹/۸۵۴	۱۱۹/۸۶۵	۱۱۹/۸۷۰	۱۱۹/۸۵۸	۱۱۹/۸۵۳	۱۱۹/۸۳۰	۱۱۹/۸۰۰
p_1	۱۴۲/۹۷۹	۱۴۳/۵۱۰	۱۴۴/۰۳۲	۱۴۴/۵۸۱	۱۴۵/۱۴۸	۱۴۵/۷۱۲	۱۴۶/۳۰۱
p_2	۷/۱۰	۷/۲۲	۷/۳۵	۷/۵۰	۷/۶۴	۷/۸۱	۷/۹۹
l_1	۲/۰۰	۱/۹۳	۱/۸۷	۱/۸۱	۱/۷۵	۱/۷۰	۱/۶۵
l_2	۴۹۵۵/۶۷	۴۹۶۰/۰۸	۴۹۶۴/۶۶	۴۹۶۹/۹۱	۴۹۷۵/۲۱	۴۹۸۱/۰۱	۴۹۸۷/۲۴
D_r	۲۸۹۸/۷۳	۲۹۰۱/۱۳	۲۹۰۲/۲۵	۲۹۰۱/۵۰	۲۹۰۱/۰۹	۲۸۹۷/۹۱	۲۸۹۳/۵۸
D_1	۳۶۸/۲۵۴	۳۹۰/۶۴۹	۴۱۶/۱۷۷	۴۴۲/۷۷۱	۴۶۸/۳۲۴	۴۹۹/۹۰۹	۵۳۲/۵۵۶
$\pi_r + \pi_M$	۲۷۳۳۱۸	۲۷۴۳۷۲	۲۷۵۴۶۱	۲۷۶۵۳۹	۲۷۷۶۲۳	۲۷۸۷۷۱	۲۷۹۹۳۷



شکل ۳. تغییر زمان‌های تحویل در زنجیره تأمین متمرکز و غیرمتمرکز با تغییر α_2

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۴. تغییر سود زنجیره تأمین متمرکز و غیرمتمرکز با تغییر α_2

با توجه به جدول‌های۵ و ۶، مشاهده می‌شود که هرچه پارامتر α_2 افزایش یابد، تقاضا در هر دو زنجیره تأمین متمرکز و غیرمتمرکز افزایش می‌یابد؛ همچنین مشخص است که با افزایش پارامتر α_2، قیمت عمده‌فروشی تولیدکننده، قیمت خرده‌فروشی و قیمت هر دو کانال آنلاین نیز در هر دو زنجیره تأمین متمرکز و غیرمتمرکز افزایش می‌یابد؛ درنتیجه واضح است که سود زنجیره تأمین نیز در هر دو حالت متمرکز و غیرمتمرکز افزایش خواهد یافت.

شکل ۲، همچنین نشان می‌دهد که با افزایش α_2 یا رقابت بین دو کانال آنلاین، زمان تحویل کانال آنلاین ۱ در هر دو زنجیره تأمین متمرکز و غیرمتمرکز افزایش یافته و به‌طور برعکس زمان تحویل کانال مستقیم ۲ کاهش یافته است. با توجه به شکل ۳، نیز مشخص است که با افزایش α_2، سود کل زنجیره تأمین در هر دو مدل متمرکز و غیرمتمرکز افزایش یافته است. افزایش سود با توجه به افزایش مقدار تقاضا و قیمت‌هاکاملاً منطقی و بدیهی است؛ بنابراین افزایش رقابت‌پذیری بین کانال‌های آنلاین با زمان تحویل متفاوت به نفع کل زنجیره تأمین است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به اهمیت تصمیمات قیمت و زمان تحویل در یک زنجیره تأمین دوکاناله، در این پژوهش با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی دومرحله‌ای و بازی استکلبرگ تصمیمات بهینه برای قیمت و زمان‌های تحویل در یک زنجیره تأمین متمرکز و غیرمتمرکز بررسی شد. نتایج نشان داد با وجود اینکه زمان‌های تحویل کانال‌های آنلاین در زنجیره تأمین متمرکز نسبت به زنجیره

تأمین غیرمتمرکز افزایش یافته و مقدار تقاضا نیز کاهش یافته است؛ ولی سود کل زنجیره تأمین افزایش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که یکپارچگی و هماهنگ عمل‌کردن اعضای زنجیره تأمین به نفع کل اعضای زنجیره تأمین است. افزایش رقابت‌پذیری بین دو کانال آنلاین نیز موجب افزایش زمان‌های تحویل می‌شود و با توجه به اینکه تصمیمات زمان‌های تحویل تأثیر بسیار زیادی در تصمیمات قیمت‌گذاری دارد، قیمت‌ها نیز افزایش یافته و علی‌رغم افزایش زمان‌های تحویل و قیمت‌ها، مقادیر فروش و تقاضا نیز بیشتر شده و درنتیجه سود زنجیره تأمین افزایش یافته است؛ بنابراین می‌توان گفت افزایش رقابت‌پذیری در زنجیره تأمین می‌تواند به نفع کل زنجیره تأمین باشد.

به‌عنوان نمونه از کاربرد مدل در دنیای واقعی، زنجیره تأمین«فروشگاه‌های زنجیره‌ای افق کوروش» است که «شرکت گلرنگ» به‌عنوان تولیدکننده و فروشگاه‌ها نقش خرده‌فروشی را بازی می‌کنند. علاوه بر کانال فروش سنتی، «شرکت اکالا» وظیفه فروش آنلاین (اینترنتی) را بر عهده دارد و ممکن است کالا را با زمان تحویل فوری (مثلاً یک‌ساعته) یا زمان تحویل عادی (مثلاً یک‌روزه) تحویل دهد.

نتایج این پژوهش، اهمیت یکپارچه‌سازی تصمیمات بین تولیدکننده و خرده‌فروش را نشان می‌دهد و اینکه بدین وسیله سود کل زنجیره تأمین افزایش می‌یابد؛ هرچند ممکن است موانعی بر سر یکپارچه‌سازی وجود داشته باشد که نقش مدیریت زنجیره تأمین در اینجا پررنگ‌تر می‌شود. یک مدیر زنجیره تأمین باید بتواند با تسهیم مناسب دستاوردها، برای مثال از طریق قراردادهای اشتراک درآمد، اعضای زنجیره را تشویق به انعقاد قرارداد و تمرکز سیاست‌گذاری کند؛ در غیر این صورت، حداقل استفاده‌ای که از نتایج این پژوهش می‌توان کرد، تحلیل عددی سودهای اعضا در حالت تصمیم‌گیری غیرمتمرکز و شناساندن شکاف سود بین حالت متمرکز و غیرمتمرکز به اعضا است.

برای توسعه این پژوهش می‌توان تحت شرایطی، فرض رهبری خرده‌فروش در زنجیره را در نظر گرفت؛ همچنین می‌توان قراردادهایی مانند قرارداد اشتراک درآمد که در زنجیره‌های تأمین معمول است را بین اعضای زنجیره در نظر گرفت و مدل‌سازی مسئله را با این فرض انجام داد. از موارد دیگر قابل‌توسعه، فرض زنجیره تأمین سبز است که بر اساس آن محصول موردفروش و سیستم‌های حمل مورد استفاده می‌تواند از نوع سبز انتخاب شود که قطعاً این فرض می‌تواند تحلیل و متغیرهای تصمیم مدل را تحت تأثیر قرار دهد؛ به‌خصوص اگر بحث انتخاب محصول یا سیستم حمل‌ونقل سبز در کنار محصول یا سیستم حمل عادی مطرح باشد. بازارهای فروش محصول نیز می‌توانند در این خصوص تعیین‌کننده باشند و بعضاً به دلیل بالاتربودن رفاه یا سطح فرهنگ یک بازار، یک سری تصمیمات در زنجیره مؤثرتر هستند.

منابع

1. Boyaci, T., & Ray, S. (2003). Product differentiation and capacity cost interaction in time and price sensitive markets. *Manufacturing & Service Operations Management, 5(1),* 18-36.
2. Chen, J., Zhang, H., & Sun, Y. (2012). Implementing coordination contracts in a manufacturer Stackelberg dual-channel supply chain. *Omega, 40(5),* 571-583.
3. Chen, P., Li, B., Jiang, Y., & Hou, P. (2017). The Impact of Manufacturer's Direct Sales and Cost Information Asymmetry in a Dual-Channel Supply Chain with a Risk-Averse Retailer. *International Journal of Electronic Commerce, 21(1),* 43-66.
4. Heydari, J., Govindan, K., & Aslani, A. (2019). Pricing and greening decisions in a three-tier dual channel supply chain. *International Journal of Production Economics, 217,* 185-196.
5. He, C., & Zhou, H. (2019). A retailer promotion policy model in a manufacturer Stackelberg dual-channel green supply chain. *11 th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems, Procedia CIRP, 83,* 722-727.
6. He, Y., Huang, H., & Li, D. (2020). Inventory and pricing decisions for a dual-channel supply chain with deteriorating products. *Operational Research, 20,* 1461-1503.
7. Hua, G., Wang, S., & Cheng, T. E. (2010). Price and lead time decisions in dual-channel supply chains. *European Journal of Operational Research, 205(1),* 113-126.
8. Huang, W., & Swaminathan, J. M. (2009). Introduction of a second channel: Implications for pricing and profits. *European Journal of Operational Research, 194(1),* 258-279.
9. Jafari, H., Hejazi, S.R., & Rasti-Barzoki, M. (2016). Pricing Decisions in Dual-Channel Supply Chain Including Monopolistic Manufacturer and Duopolistic Retailers: A Game-Theoretic Approach. *Journal of Industrial Competition Trade, 16,* 323-343.
10. Kai, J. (2016). Research on Cooperative Advertising Decisions in Dual-Channel Supply Chain Under Asymmetric Demand Information When Online Channel Implements Discount Promotion. *Management Science and Engineering, 10(4),* 13-19.
11. Ke, H., Huang, H., & Gao, X. (2018). Pricing decision problem in dual-channel supply chain based on experts' belief degrees. *Soft Computing, 22,* 5683-5698.
12. Lederer, P. J., & Li, L. (1997). Pricing, production, scheduling, and delivery-time competition. *Operations Research, 45(3),* 407-420.
13. Li, G., Li, L., Sethi, S. P., & Guan, X. (2019). Return strategy and pricing in a dual-channel supply chain. *International Journal of Production Economics, 215,* 153-164.
14. Liu, L., Parlar, M., & Zhu, S. X. (2007). Pricing and lead time decisions in decentralized supply chains. *Management science, 53(5),* 713-725.
15. Liu, Y., Li, J., Ren, W., & Forrest, J.Y-L. (2020). Differentiated products pricing with consumer network acceptance in a dual-channel supply chain. *Electronic Commerce Research and Applications, 39,* 100915.
16. Matsui, K. (2020). Optimal bargaining timing of a wholesale price for a manufacturer with a retailer in a dual-channel supply chain. *European Journal of Operational Research, 287,* 225-236.

17. 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.
18. Mukhopadhyay, S. K., Yao, D.-Q., & Yue, X. (2008). Information sharing of value-adding retailer in a mixed channel hi-tech supply chain. *Journal of Business Research, 61(9),* 950-958.
19. Nazari, L., Seifbarghy, M., & Setak, M. (2018). Modeling and analyzing pricing and inventory problem in a closed-loop supply chain with return policy and multiple manufacturers and multiple sales channels using game theory. *Scientia Iranica, 25(5),* 2759-2774.
20. Rahmani, D., Qaisari Hasan Abadi, M., & Hosseininezhad, S.J. (2020). Joint decision on product greenness strategies and pricing in a dual-channel supply chain: A robust possibilistic approach. *Journal of Cleaner Production, 256,* 120437.
21. Ranjan, A., & Jha, J. (2019). Pricing and coordination strategies of a dual-channel supply chain considering green quality and sales effort. *Journal of Cleaner Production, 218,* 409-424.
22. Raoufinia, M., Baradaran, V., & Shahrjerdi, R. (2018). A dynamid game theory model for analyzing competition in the oligopoly markets. *Journal of Industrial Management Perspective,8(3),* 63-94 (In Persian).
23. Raza, S.A., &Madhumohan Govindaluri, S. (2019). Pricing strategies in a dual-channel green supply chain with cannibalization and risk aversion. *Operations Research Perspectives, 6,* 100118.
24. Setak, M., Kafshian Ahar, H., & Alaei, S. (2017). Coordination of Information Sharing and Cooperative Advertising in a Decentralized Supply Chain with Competing Retailers Considering Free Riding Behavior. *Journal of Industrial and Systems Engineering, 10*(2), 0-0.
25. Shi, S., Sun, J., & Cheng, T. (2020). Wholesale or drop-shipping: Contract choices of the online retailer and the manufacturer in a dual-channel supply chain. *International Journal of Production Economics*, 107618.
26. Soleimani, F. (2016). Optimal pricing decisions in a fuzzy dual-channel supply chain. *Soft Computing, 20,* 689-696.
27. Spengler, J. (1950). Vertical restraints and antitrust policy. J. *Political Economics, 58,* 347-352.
28. Taleizadeh, A., & Mohammadi, R. (2015). Optimizing the selling price and advertising cost in a two layers supply chain including a manufacturer and two retailers. *Journal of Industrial Management Perspective,5(2),* 107-127 (In Persian).
29. Vaghefzadeh, M.H., Karimi, B. (2018). Demand management using autoregressive time series modeling in mobile value-added services. *Journal of Industrial Management Perspective,8(2),* 9-30 (In Persian).
30. Wang, J., Jian, H., & Yu, M. (2020). Pricing decisions in a dual-channel green supply chain with product customization. *Journal of Cleaner Production. 247,* 119101.
31. Xu, H.,Zhen Liu, Z., & Zhang, S.H. (2012). A strategic analysis of dual-channel supply chain design with price and delivery lead time considerations. *International Journal of Production Economics, 139,* 654-663.

32. Xu, Q., Liu, Z., & He, J. (2015). Optimum Retail Pricing Based on Price Comparison in Dual-Channel Supply Chain. *In: Zhang R., Zhang Z., Liu K., Zhang J. (eds) LISS 2013*. Springer, Berlin, Heidelberg.
33. Yan, R., & Pei, Z. (2009). Retail services and firm profit in a dual-channel market. *Journal of Retailing and Consumer Services, 16(4),* 306-314.
34. Yang, B., & Geunes, J. (2007). Inventory and lead time planning with lead-time-sensitive demand. *IIE Transactions, 39(5),* 439-452.
35. Zhang, C., Liu, Y., & Han, G. (2021). Two-stage pricing strategies of a dual-channel supply chain considering public green preference. *Computers & Industrial Engineering, 151,* 106988.
36. Zhang, Y., & Hezarkhani, B. (2021).Competition in dual-channel supply chains: The manufacturers' channel selection. *European Journal of Operational Research, 91(1),* 244-262.
37. Zhou, J., Zhao, R., & Wang, W. (2019). Pricing decision of a manufacturer in a dual-channel supply chain with asymmetric information. *European Journal of Operational Research, 278(3),* 809-820.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی