Industrial Management Journal

Print ISSN: 2008-5885

Online ISSN: 2423-5369

Beef Supply Chain Analysis Based on Carbon Emission Costs, under Revenue-sharing and Cost-sharing Contracts

Seyed Hessameddin Zegordi *

*Corresponding Author, Prof., Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial & Systems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: zegordi@modares.ac.ir

Seyed Amir Shahidi

MSc., Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial & Systems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: amirshahidi1374@gmail.com

Abstract

Objective: Food production and supply chains contribute significantly to carbon emissions. The beef supply chain is of those food industry sectors with significant carbon emissions in its entire supply chain. In this study, the beef supply chain is studied by considering carbon emissions under the coordination contracts and the key decisions of supply chain players.

Methods: The need to reduce emissions in energy consumption of upstream suppliers and downstream distributors encourages suppliers to do promotional work for manufacturing low-carbon products. Accordingly, the retailers would have the incentive to offer some encouraging schemes to the manufacturers, which stimulates the manufacturer's motivation to reduce emissions. In this research, price sensitivity, level of greenery, and the amount of advertising are considered to investigate the effects of these parameters on chain profitability of the chain and the decisions of the channel members. Cooperative Advertising contracts (CA), Revenue Sharing contracts (RS), and Cost Sharing contracts (CS) are also examined. Examining the decisions of supply chain actors and analyzing the results, the researchers proved that the increase in the effectiveness of green product advertisements pushes up the number of applicants for buying green products and makes the supply chain provide products with higher levels of greening.

Results: Based on the achieved results, corporate advertising contracts increase retail advertising investment and total supply chain profit. They also increase channel effectiveness. This study also discussed the key role of advertising and its effects on the profitability of the channel. The results shied that the best way to increase the demand for green products is to raise the awareness of customers about the environment through advertising. When consumers' sensitivity to the level of the greening of a product increases, they tend to pay higher prices for low-carbon products. In addition, this study asserts that a cost-sharing agreement is also beneficial for companies and the supply

chain, since it increases the level of greenery in products, brings higher profits for individual companies, and increases supply chain profits.

Conclusion: This study comes with practical implications that can be used as support for decision-making. It indicated that a revenue-sharing contract with a low-performance difference after cost-sharing is a suitable option for the supply chain. Unlike the cost-sharing contract, almost all retail stores have computer systems and barcodes to track the sales of each meat product, so monitoring and verifying revenue is not a difficult task for the producer. A revenue-sharing contract not only helps the manufacturer and retailer achieve a "win-win" situation but also leads to a greater supply chain profit than a decentralized policy.

Keywords: Carbon emissions, Co-operating advertising, Cost sharing, Beef supply chain, Revenue sharing.

Citation: Zegordi, Seyed Hessameddin & Shahidi, Seyed Amir (2022). Beef Supply Chain Analysis Based on Carbon Emission Costs, under Revenue-sharing and Cost-sharing Contracts. *Industrial Management Journal*, 14(4), 618-637. (*in Persian*)

Industrial Management Journal, 2022, Vol. 14, No 4, pp. 618-637
Published by University of Tehran, Faculty of Management
https://doi.org/10.22059/IMJ.2022.345427.1007960
Article Type: Research Paper
© Authors
Received: July 05, 2022
Received in revised form: November 20, 2022
Accepted: November 22, 2022
Published online: January 20, 2023

مدیریت صنعتی
شاپا چاپی: ۵۸۸۵-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۵۳۶۹-۲۴۲۳

تجزیه‌وتحلیل زنجیره تأمین گوشت با در نظر گرفتن هزینه‌های انتشار کربن تحت قراردادهای اشتراک درآمد و هزینه

سید حسام‌الدین ذگردی*

* نویسنده مسئول، استاد، گروه مهندسی‌صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: zegordi@modares.ac.ir

سید امیر شهیدی

کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: amirshahidi1374@gmail.com

چکیده

هدف: زنجیره‌های تولید و تأمین موادغذایی، به‌خصوص زنجیرهٔ تأمین گوشت گاو، به‌میزان چشمگیری در انتشار کربن نقش دارند. در این پژوهش، به بررسی زنجیرهٔ تأمین گوشت با در نظرگیری انتشار کربن تحت بررسی قراردادهای هماهنگی و تصمیم‌های کلیدی بازیکنان زنجیرهٔ تأمین پرداخته شده است.

روش: در این پژوهش به بررسی سودآوری زنجیره و تصمیم‌های اعضای کانال، در قالب مسائل هماهنگ‌سازی زنجیره تأمین پرداخته شده است که از ابتکارهای زنجیرهٔ تأمین سبز قرارداد تبلیغات مشارکتی (CA)، قرارداد اشتراک درآمد (RS) و قرارداد اشتراک هزینه (CS) نشئت گرفته است.

یافته‌ها: این مطالعه نشان می‌دهد که قرارداد تبلیغات مشارکتی، سرمایه‌گذاری تبلیغاتی خرده‌فروش و سود کل زنجیرهٔ تأمین را افزایش می‌دهد که در نتیجه آن، اثربخشی کانال افزایش می‌یابد. همچنین قرارداد تقسیم یا اشتراک هزینه برای شرکت‌ها و زنجیرهٔ تأمین مفید است و به افزایش سطح سبز ، سود بیشتر برای شرکت‌های جداگانه و افزایش سود زنجیرهٔ تأمین منجر می‌شود. با بررسی تصمیم‌های بازیگران و تحلیل نتایج، اثبات شده است که با افزایش میزان اثرپذیری تبلیغات محصول سبز، متقاضیان خرید محصول سبز نیز افزایش پیدا می‌کند و زنجیره تأمین، درصدد ارائه محصولی با میزان بالاتری از میزان سبزسازی خواهد بود.

نتیجه‌گیری: قرارداد اشتراک درآمد با اختلاف عملکردی پایین و بَعد از اشتراک هزینه، گزینه مناسبی برای زنجیره تأمین مدنظر است. قرارداد تقسیم درآمد، نه‌تنها به تولیدکننده و خرده‌فروش برای دستیابی به وضعیت «برد ـ برد» کمک می‌کند، بلکه در مقایسه با سیاست نامتمرکز، به سود بیشتر زنجیره تأمین منجر می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اشتراک درآمد، اشتراک هزینه، انتشار کربن، تبلیغات مشارکتی، زنجیره تأمین گوشت.

استناد: ذگردی، سید حسام‌الدین و شهیدی، سید امیر (۱۴۰۱). تجزیه‌وتحلیل زنجیرهٔ تأمین گوشت با در نظر گرفتن هزینه‌های انتشار کربن تحت قراردادهای اشتراک درآمد و هزینه. *مدیریت صنعتی*، ۱۴(۴)، ۶۱۸- ۶۳۷.

مدیریت صنعتی، ۱۴۰۱، دوره ۱۴، شماره ۴، صص. ۶۱۸- ۶۳۷
ناشر: دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
نوع مقاله: علمی پژوهشی
© نویسندگان
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۴
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۰/۳۰
doi: https://doi.org/10.22059/IMJ.2022.345427.1007960

مقدمه

امروزه اکثر مردم جهان به حفاظت از محیط زیست و منابع زیستی توجه بیشتری دارند. این حساسیت مثبت تا به آنجا شدت گرفته است که حتی صاحبان صنایع می‌کوشند با استفاده از آن، در جهت مقبولیت کالایی که به مشتریان خود عرضه می‌کنند، گامی مؤثر بردارند و نکات زیست‌محیطی را به‌عنوان نوعی مزیت رقابتی رعایت کنند (سینگ، میشرا، علی، شوکلا و شانکار[1]، ۲۰۱۵). دولت‌ها نیز تلاش می‌کنند که بیشتر از گذشته با وضع قوانین زیست‌محیطی (سبز) در این راستا فعالیت کنند. به همین منظور، استانداردهای مشخصی وضع شده است. با چنین نگرش‌هایی، رویکردهای زنجیرهٔ تأمین سبز[2] و مدیریت آن، پا به عرصه وجود گذاشت (رانگ، اکرمان و گرونو[3]، ۲۰۱۱). اگر در گذشته مشتری‌گرایی عامل مزیت رقابتی سازمان محسوب می‌شد، امروز، به‌دلیل چالش‌های ایجاد شده از طریق مشتری‌گرایی، سازمان‌ها از این تمرکز فاصله گرفته‌اند. مشتری همواره بهترین محصول، ارزان‌ترین و سریع‌ترین آن را می‌خواهد (بناسیک، کانلپولس، بلومهف راوارد و کلاسن[4]، ۲۰۱۹).

از جمله زنجیره‌های مهم تأمین، زنجیرهٔ تأمین مواد غذایی است که به‌سبب خصوصیات ویژه، به توجه خاص نیازمند است. گوشت گاو منبع حیاتی پروتئین است و به‌طور گسترده در سراسر دنیا مصرف می‌شود (روغنیان و چراغعلی‌پور[5]، ۲۰۱۹). کل زنجیرهٔ تأمین گوشت با انتشار کربن در ارتباط است. با این حال، انتشار عمدهٔ کربن در مزارع پرورش گوشت رخ می‌دهد. همچنین، کشتارگاه، خرده‌فروش و تدارکات نیز، مقادیر چشمگیری از کربن را در انتهای زنجیره منتشر می‌کنند. تأثیر تقاضای مصرف‌کنندهٔ حساس به سبز بر بازیگران زنجیرهٔ تأمین و همکاری بین آن‌ها، زمینهٔ جالب توجهی را برای مطالعه فراهم کرده است (ولیدی، باچاریا و بیرن[6]، ۲۰۱۴).

اجرای هماهنگی‌ها در اعضای زنجیرهٔ تأمین، از طریق سازوکارهایی در زنجیره انجام می‌گیرد که یکی از این سازوکارها قرارداد است. قرارداد در زنجیرهٔ تأمین ابزار مفیدی است؛ زیرا چندین عضو زنجیرهٔ تأمین در یک زنجیرهٔ غیریکپارچه، به‌طور هماهنگ و در راستای یکدیگر رفتار می‌کنند (عینی سرکله، حافظ‌الکتب، توکلی مقدم و نجفی، ۱۴۰۱). در یکپارچه‌سازی عمودی (زنجیرهٔ تأمین متمرکز)، مرجعی واحد برای زنجیرهٔ تأمین تصمیم‌گیری می‌کند که هدف آن، بهینه‌سازی عملکرد کلی زنجیره است. این تابع هدف مجموع توابع هدف (توابع سود) تک‌تک اعضای زنجیرهٔ تأمین است و بهینه‌سازی روی این تابع هدف کلی صورت می‌گیرد (یو، هان و هو[7]، ۲۰۱۶). در زنجیرهٔ تأمین نامتمرکز، هر یک از اعضای زنجیره، بدون در نظر گرفتن سود کلی زنجیرهٔ تأمین، به بهینه‌سازی سود خود می‌پردازند و تصمیم‌های مربوط به خود را به‌صورت مستقل و مجزا اتخاذ می‌کنند (دریانتو، وی و استانتی[8]، ۲۰۱۹). در زنجیرهٔ تأمین گوشتِ کشورهای اروپایی، یک زنجیرهٔ تأمین سه‌سطحی را مشاهده می‌کنیم که دامدار، کشتارگاه و خرده‌فروش را شامل

1. Singh, Mishra, Ali, Shukla & Shankar
2. Green supply chain
3. Rong, Akkerman & Grunow
4. Banasik, Kanellopoulos, Bloemhof-Ruwaard & Claassen
5. Roghanian and Cheraghalipour
6. Validi, Bhattacharya & Byrne
7. Yu, Han & Hu
8. Daryanto, Wee & Astanti

می‌شود؛ اما زنجیرهٔ تأمین مدنظر این پژوهش، زنجیرهٔ تأمین گوشت کشور ایران است. این زنجیرهٔ تأمین از نوع نامتمرکز چهارسطحی است که از یک چوب‌دار[1] (تولیدکننده)، کشتارگاه، یک توزیع‌کننده و خرده‌فروش تشکیل شده است.

در زنجیرهٔ تأمین کم‌کربن، تبلیغات ضروری است تا اطمینان حاصل شود که محصولات کم‌کربن حداکثر گسترش را دارند. به‌منظور تحریک کمپین‌های تبلیغاتی فروشندگان پایین‌دست، شرکت‌های اصلی زنجیرهٔ تأمین، اغلب برای انجام تبلیغات با فروشندگان همکاری می‌کنند. هدف آن‌ها افزایش فروش محصول در کانال بازار و بهبود سود کل زنجیرهٔ تأمین است (ژو، باو، چن و کو[2]، ۲۰۱۶). یکی از ابزارهای موجود برای هماهنگی زنجیرهٔ تأمین نامتمرکز، استفاده از قراردادهای ابین بازیگران زنجیرهٔ تأمین است. تئوری بازی‌ها[3] برای بررسی مسائل مرتبط با همکاری در درون زنجیره‌های تأمین، یکی از ابزارهای اصلی است. در تئوری بازی‌ها مبتنی بر منطقی[4] بودن بازیگران[5]، هدف بیشینه‌سازی تابع مطلوبیت خود، از طریق اتخاذ تصمیم‌ها یا به‌کارگیری استراتژی‌های مختلفی است که در اختیار دارند. بنابراین، در حل یک مسئله مبتنی بر تئوری بازی‌ها، علاوه بر ساختار بازی، ترتیب اتخاذ تصمیم‌های بازیگران و قوانین کلی که بر بازی بین آن‌ها حکم‌فرماست، بهینه‌سازی توابع مطلوبیت بازیگران نیز وجودیت پیدا می‌کند. در واقع می‌توان گفت که بهینه‌سازی یکی از اجزای اصلی در مسائل مبتنی بر رویکرد تئوری بازی‌هاست. در این پژوهش، مسائل هماهنگ‌سازی زنجیرهٔ تأمین ناشی از ابتکارهای زنجیرهٔ تأمین سبز قرارداد تبلیغات مشارکتی (CA)[6]، قرارداد اشتراک درآمد (RS)[7] و تأثیر قرارداد اشتراک هزینه (CS)[8] و همچنین، تصمیم‌های کلیدی بازیکنان زنجیرهٔ تأمین را بررسی می‌کنیم.

پیشینهٔ پژوهش

زنجیره‌های تولید و تأمین موادغذایی در انتشار کربن مشارکت چشمگیری دارند. زنجیرهٔ تأمین گوشت گاو، یکی از بخش‌های صنایع غذایی است که در کل زنجیرهٔ تأمین آن، می‌توان به‌طور شایان توجهی ردپای کربن[9] را مشاهده کرد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۵). روغنیان و چراغعلی‌پور (۲۰۱۹) یک مدل ریاضی چندمنظوره را توسعه داده‌اند که به‌طور هم‌زمان تلاش می‌کند هزینه‌های کلی را به حداقل و پاسخ‌گویی مطالبات را به حداکثر برساند و انتشار کربن را به‌عنوان خسارت زیست‌محیطی کمینه کند. بایی، جین و کو[10] (۲۰۱۹) در مقاله‌ای، اثرهای کاهش انتشار کربن بر یک زنجیرهٔ تأمین را بررسی کرده‌اند. این زنجیرهٔ تأمین از یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش رقیب برای محصولات رو به زوال تحت VMI[11] تشکیل شده است. برای رسیدگی به محصولات رو به زوال، آن‌ها از امکانات ویژه‌ای (به‌طور مثال، از انبارهای سرد) استفاده کرده‌اند که کربن شایان توجهی تولید می‌کند. همچنین تولیدکننده برای جلوگیری از انتشار کربن روی

1. Drover
2. Zhou, Bao, Chen & Xu
3. Games Theory
4. Rationality
5. Players
6. Co-operative Advertising
7. Revenue Sharing
8. Cost Sharing
9. Carbon Footprint
10. Bai, Jin & Xu
11. Vendor Managed Inventory

فناوری‌های سبز سرمایه‌گذاری می‌کند و تقاضای بازار هر خرده‌فروش، به سطح فناوری سبز و قیمت فروش خرده‌فروشان بستگی دارد. آن‌ها در ادامهٔ کار، ضمن مقایسهٔ زنجیرهٔ تأمین متمرکز و نامتمرکز از نظر تصمیم‌گیری‌های عملیاتی، یک قرارداد اشتراک درآمد را برای هماهنگی بیشتر زنجیرهٔ تأمین بررسی کرده‌اند.

سیسال، بلومهف راوارد و وندروست[1] (۲۰۱۴) در پژوهشی، یک مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه (MOLP)[2] برای یک مسئلهٔ شبکهٔ عمومی لجستیک گوشت ارائه داده‌اند که اهداف این مدل به حداقل‌رساندن کل هزینهٔ لجستیک و حداقل‌کردن کل گازهای گلخانه‌ای است که از عملیات حمل‌ونقل (تحت تأثیر ساختار جاده، انواع وسایل نقلیه و سوخت، بارهای سنگین وسایل نقلیه، مسافت طی‌شده)، بارهای برگشتی و فسادپذیری محصول ایجاد می‌شوند. وقتی محصولات غذایی هدر می‌رود، منابعی که در تولید و توزیع آن‌ها در امتداد زنجیرهٔ تأمین مواد غذایی (مثل سوخت، آب، کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و مواد خام) مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز هدر می‌رود.

کریشنان، آگاروال، باجادا و ارشیندر[3] (۲۰۲۰) با استفاده از روش ارزیابی چرخهٔ حیات (LCA)[4] که روشی برای انجام ارزیابی اثرهای محیط‌زیستی است، به ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی کشور هند پرداختند. محققان با استفاده از روش LCA، تأثیر زیست‌محیطی منابع مصرف‌شده در طول کشت، فراوری، بسته‌بندی و حمل‌ونقل انبه را در هند محاسبه کردند.

صنعت غذا نمونه‌ای از محیط‌های پویاست که در آن، مشتریان برای امنیت غذایی و تقاضای رو به رشد برای تغذیهٔ پایدار و آگاهی بیشتر از چگونگی تولید و ارائهٔ غذا، انتظارهای زیادی دارند (ولیدی و همکاران، ۲۰۱۴). در مقاله‌ای که محب علی‌زاده گشتی و ذوالفقاری‌نیا[5] (۲۰۲۰) نگاشتند، نگرانی‌های زیست‌محیطی در تدوین یک مدل ریاضی برای طراحی و پیکربندی یک شبکهٔ زنجیرهٔ تأمین گوشت سبز چنددوره‌ای، چندمحصولی، چندبخشی در کانون توجه قرار گرفته است. به‌دلیل آگاهی از محیط‌زیست، مصرف‌کنندگان ترجیح می‌دهند محصولات سبز را حتی با هزینه‌های بیشتر خریداری کنند (لی، اندرسون و کروز[6]، ۲۰۱۲). در سال‌های اخیر، شرکت‌های بیشتری تلاش کرده‌اند تا با تولید محصولات سبز انتشار کربن محصولات را مهار کنند و با فشار بازار و همچنین دولت‌ها کنار بیایند (لی و تنگ[7]، ۲۰۱۸).

از طریق ارتباطات و تبلیغات می‌توان برای مشتریان ارزش خلق کرد. در واقع تبلیغات بر تصور مشتریان از برند سازمان تأثیر بسزایی دارد. تاو، ژانگ، پنگ، شی و شی[8] (۲۰۱۹) در مقاله‌ای، یک زنجیرهٔ تأمین محصول فاسدشدنی ارائه دادند که شامل یک فروشنده و یک خرده‌فروش است. برای درک تأثیر نگرانی‌های انصاف خرده‌فروش، یک مدل استکلبرگ را برای تجزیه‌وتحلیل تصمیم‌های مشترک تبلیغات و خدمات حفظ اعضای زنجیرهٔ تأمین تدوین کردند. نتایج نشان می‌دهد که در شرایط خاص، راه‌حل‌های تعادل وجود دارد که خرده‌فروش کاملاً بی‌طرف یا منصف است. در پایان،

1. Soysal, Bloemhof-Ruwaard & Van Der Vorst
2. Multiobjective Linear Programming
3. Krishnan, Agarwal, Bajada & Arshinder
4. Life Cycle Assessment
5. Mohebalizadehgashti and Zolfagharinia
6. Liu, Anderson & Cruz
7. Li and Teng
8. Zhiwen Tao, Zhang, Peng, Shi & Shi

به‌منظور ایجاد استراتژی‌های زنجیرهٔ تأمین و طراحی قراردادهای همکاری، به بعضی از پیامدهای مدیریتی برای تأمین‌کنندگان و خرده‌فروشان اشاره شده است.

یکی از راه‌های پاسخ‌گویی به مسئولیت مشترک در تبلیغات، این فرض است که اعضای زنجیرهٔ تأمین، یک برنامهٔ تبلیغاتی مشترک (CAP)[1] اتخاذ می‌کنند؛ یعنی قراردادی که در آن خرده‌فروش محصول را تبلیغ می‌کند و هزینهٔ آن را با تولیدکننده تقسیم می‌کند (فرش‌باف گرانمایه و زکور[2]، ۲۰۲۰). یان، کاو و پی[3] (۲۰۱۶) در یک کانال دوتایی تولیدکننده ـ خرده‌فروش، به تمایل استفادهٔ تولیدکننده از کانال‌های آنلاین و سنتی برای فروش مستقیم محصولات خود به مصرف‌کنندگان پرداخته‌اند. در این پژوهش، از یک مدل تئوری بازی استفاده شده تا تولیدکننده بتواند از خرده‌فروش خود برای اجرای یک کمپین تبلیغاتی محلی پشتیبانی مالی کند و در این میان، از طریق یک آژانس تبلیغاتی، اطلاعات را با خرده‌فروش به اشتراک بگذارد تا برای هر یک وضعیت پارتو ایجاد کند.

ژو و همکاران (۲۰۱۶) یک کانال زنجیرهٔ تأمین کم‌کربن را که از یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش تشکیل شده است با استفاده از قرارداد تبلیغات مشارکتی و قرارداد تبلیغات مشترک و کاهش انتشار اشتراک هزینه (CA-ERCS)[4] بر تصمیم و هماهنگی بهینهٔ زنجیرهٔ تأمین کم‌کربن هنگامی که خرده‌فروش نگرانی‌های انصاف دارد، بررسی کردند. این پژوهش نشان می‌دهد که نگرانی‌های انصاف خرده‌فروش، می‌تواند هماهنگی قرارداد را در موارد خاص تغییر دهد.

محصولاتی که میزان انتشار کمتری دارند با محیط زیست دوستانه‌تر رفتار می‌کنند؛ اما تولید آن‌ها از محصولات با انتشار منظم گران‌تر است (جبالی، ونوونسل و دی کک[5]، ۲۰۱۲). رهمر، جردسن و کلاسن[6] (۲۰۱۹) کاربردی جدید از یک مسئلهٔ طراحی شبکه با پرداختن به مسائل پایداری در بافت سیستم غذایی جهانی ارائه دادند. با در نظر گرفتن چندین رده و فاصله میان زنجیره های تأمین مواد غذایی مختلف، این مقاله، دامنهٔ شبکهٔ مدنظر را گسترش می دهد و در چارچوبی مشترک، تصمیم‌یابی و پردازش و حمل‌ونقل را دربرمی‌گیرد. در حالی که هدف پژوهش به حداقل‌رساندن اهداف مختلف زیست‌محیطی و اقتصادی است؛ مدل آن‌ها حفظ سطح مصرف غذایی کافی را دنبال می‌کند.

مصرف‌کنندگانی که دربارهٔ محیط زیست آگاهی بیشتری دارند، قیمت‌های بیشتری برای محصولات سبز پرداخت می‌کنند. تمایل شدید به پرداخت هزینهٔ محصولات سبز، باعث می‌شود که تولیدکنندگان برای ارائهٔ تخفیف ترغیب شوند. سرمایه‌گذاری در زمینهٔ کاهش انتشار کربن، نویدبخش بهبود چشمگیر محیط‌زیست است؛ اما هنوز رایگان نیست (یانگ و چن[7]، ۲۰۱۸). افزایش آگاهی سبز عمومی یا آگاهی زیست‌محیطی مصرف‌کننده (CEA)[8] برای شرکت‌ها فرصت توسعه در بازار و تقاضا ایجاد می‌کند؛ زیرا از طریق تولید محصولات سبزتر، خسارات زیست‌محیطی کمتری را تحمیل می‌کنند یا منافع زیست‌محیطی بیشتری به همراه دارند (دای، ژانگ و تانگ[9]، ۲۰۱۷).

1. Cooperative advertising program
2. Farshbaf-Geranmayeh & Zaccour
3. Yan, Cao & Pei
4. Co-op Advertising and Emission Reduction Cost Sharing
5. Jabali, Van Woensel & De Kok
6. Rohmer, Gerdessen & Claassen
7. Yang & Chen
8. Consumer Environmental Awareness
9. Dai, Zhang & Tang

پس از بررسی پژوهش‌های مرتبط با زنجیرهٔ تأمین گوشت و انواع هماهنگی‌های کانال، می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:

- با توجه به اهمیت مبحث تأثیرهای تولید بر محیط زیست، در اغلب مقاله‌ها، تابع تقاضا ترکیبی از دو یا چند متغیر حساس‌بودن مشتری به قیمت، سطح سبزسازی محصول، اثرپذیری از تبلیغات و... تعریف شده است؛ ولی در این پژوهش تمامی این متغیرها، به‌طور هم‌زمان در تابع تقاضا در نظر گرفته شده است.
- در مقاله‌های اندکی قرارداد اشتراک درآمد، به‌عنوان کارکردی برای هماهنگی زنجیرهٔ تأمین بررسی شده است.
- تبلیغات مشارکتی با هدف هماهنگی زنجیرهٔ تأمین و با محوریت زنجیرهٔ تأمین گوشت و سبزسازی در ادبیات بررسی نشده است.

روش‌شناسی پژوهش

زنجیرهٔ تأمین گوشت ایران

زنجیرهٔ تأمین این مطالعه، زنجیرهٔ تأمین گوشت کشور ایران است و از بخش‌های مختلفی مانند چوب‌دار، کشتارگاه، توزیع‌کننده و خرده‌فروش تشکیل شده است (شکل ۱). در این شبکه، چوب‌دار وظیفهٔ تأمین و جمع‌آوری دام از دامداری‌ها را به کشتارگاه بر عهده دارد. دام‌ها انواع مختلفی هستند، مانند گوسفند، گوساله و مانند این‌ها. کشتارگاه یک نهاد خدماتی است و فقط وظیفهٔ ذبح دام را برعهده دارد و در اغلب مواقع زیرمجموعهٔ توزیع‌کننده است.

شکل ۱. زنجیرهٔ تأمین گوشت

با توجه به اهمیت زیاد مبحث آلودگی محیط زیست و توجه روزافزون جهان و کشورها به این موضوع و همچنین، پارامتر کلیدی تبلیغات در جهت افزایش میزان آگاهی مصرف‌کنندگان در خصوص محصولات سبز، تقاضای مدل زنجیرهٔ تأمین گوشت این پژوهش، وابسته به دو عامل مهم تبلیغات و سبزسازی محصول در نظر گرفته شده است. هدف از ارائهٔ مدل زنجیرهٔ تأمین گوشت فعلی، بررسی تأثیر پارامترهای تبلیغات و میزان سبزسازی محصول بر میزان سودآوری زنجیرهٔ تأمین و تصمیم‌های بازیگران زنجیره در قالب‌های مستقل و یکپارچه و همچنین، قراردادهای هماهنگی فی‌مابین اعضای زنجیرهٔ تأمین است. سهم علمی اصلی این تحقیق، مدل‌سازی و حل مسئلهٔ زنجیرهٔ تأمین گوشت با تقاضای حساس به

قیمت محصول، میزان سبزسازی محصول و اثرپذیری تبلیغات تحت پنج استراتژی قیمت‌گذاری مختلف زنجیرهٔ تأمین متمرکز، نامتمرکز، تبلیغات مشارکتی، اشتراک درآمد و اشتراک هزینه است.

در این قسمت به تعریف متغیرهای تصمیم و پارامترهای مدل و تعریف توابع سود تولیدکننده و خرده‌فروش پرداخته می‌شود. از اندیس M برای تولیدکننده و از اندیس R برای خرده‌فروش استفاده شده است. زنجیرهٔ تأمین مدنظر یک چوب‌دار (تولیدکننده) و یک توزیع‌کننده (خرده‌فروش) دارد (توزیع‌کننده و کشتارگاه با هم در نظر گرفته شده است). تولیدکننده کالا را با هزینهٔ تولید به‌ازای هر واحد C تولید می‌کند و از طریق خرده‌فروش به بازار می‌فروشد. فرض می‌کنیم که تابع تقاضا (D) با بازیگران زنجیرهٔ تأمین عملکردی خطی از قیمت خرده‌فروشی (p)، سطح تلاش برای کاهش انتشار کربن (E) که برعهدهٔ تولیدکننده است و سطح تبلیغات (A) که با خرده‌فروش است، ارتباط دارد. D_0 نیز میزان تقاضای اولیهٔ بازار بدون تبلیغات و تلاش سبزسازی است. تابع تقاضا به‌صورت رابطهٔ ۱ خواهد بود.

$$D(E,A,P) = D_0 + KE + tA - bP \qquad D_0 > bP$$ رابطهٔ ۱)

در این تابع $K > 0$ میزان اولویت مصرف‌کننده برای محصول سبز، $t > 0$ نشان‌دهندهٔ میزان اثربخشی تبلیغات و $b > 0$ ضریب حساسیت مشتری به قیمت محصول است.

W: قیمت عمده‌فروشی تولیدکننده

m: حاشیهٔ سود خرده‌فروش

b: ضریب حساسیت قیمت تقاضای مصرف‌کننده

I: میزان سرمایه‌گذاری برای کاهش انتشار کربن (سبزسازی) توسط تولیدکننده

I_a : هزینهٔ تبلیغات

π_M : تابع سودآوری تولیدکننده

π_R : تابع سودآوری خرده‌فروش

π_{SC} : تابع سودآوری زنجیرهٔ تأمین

و با توجه به m، W و P خواهیم داشت: $P = W + m$.

هزینهٔ سبزسازی باتوجه به پژوهش (قوش و شاه[1]، ۲۰۱۵) توسط تولیدکننده IE^2 در نظر گرفته شده است. همچنین هزینهٔ تبلیغات متناسب با تلاش تبلیغاتی عبارت است از $A = \sqrt{fI_a}$، که در این رابطه، f پارامتری مثبت است. برای ساده‌سازی $f = 2$ در نظر گرفته شده که در نتیجه، هزینهٔ تبلیغات $\frac{1}{2}A^2$ خواهد بود و خرده‌فروش هزینهٔ تبلیغات را عهده‌دار است (ژو و همکاران، ۲۰۱۶). بر اساس فرضیه‌های مدل فوق، توابع سود تولیدکننده π_M، خرده‌فروش π_R و زنجیرهٔ تأمین π_{SC} به صورت زیر خواهند بود.

$$\pi_M = (W - C)D - IE^2$$ رابطهٔ ۲)

$$\pi_R = (P - W)D - \frac{A^2}{2}$$ رابطهٔ ۳)

1. Ghosh & Shah

رابطهٔ ۴) $\pi_{SC} = \pi_M + \pi_R$

S.t $\quad C < W < P \quad I, A > 0$

ما عبارات بالا را برای زنجیرهٔ تأمین نامتمرکز، زنجیرهٔ تأمین متمرکز، هر یک از قراردادهای اشتراک درآمد و هزینه و تبلیغات مشارکتی مورد محاسبه قرار می‌دهیم.

در جدول ۱، φ، λ، θ، π به‌معنای میزان مشارکت تولیدکننده در تلاش تبلیغاتی خرده‌فروش، میزان مشارکت خرده‌فروش در تلاش برای کاهش انتشار تولیدکننده، میزان مشارکت تولیدکننده در درآمد خرده‌فروش و تابع سود است. زیرنویس‌های M، R، SC به‌ترتیب برای تولیدکننده، خرده‌فروش و زنجیرهٔ تأمین است. در بالانویس «XXX» حرف اول، یعنی «o» نشان‌دهندهٔ این است که تولیدکننده قرارداد تبلیغات مشارکتی را اتخاذ می‌کند، در حالی که اگر حرف اول، یعنی «n» نشان می‌دهد که تولیدکننده قرارداد تبلیغات مشارکتی را اتخاذ نمی‌کند. حرف دوم «o» بیانگر این است که خرده‌فروش قرارداد تقسیم هزینهٔ کاهش انتشار را تصویب می‌کند؛ در حالی که اگر حرف دوم «n» باشد، گویای این است که خرده‌فروش قرارداد تقسیم هزینه کاهش انتشار را اتخاذ نمی‌کند. حرف سوم «o» مخفف مواردی است که در آن تولیدکننده قرارداد تقسیم درآمد را قبول می‌کند؛ در حالی که اگر حرف سوم «n» باشد، یعنی تولیدکننده قرارداد تقسیم درآمد را قبول نمی‌کند. برای مثال، non مخفف این جمله است که فقط خرده‌فروش قرارداد تقسیم هزینهٔ کاهش انتشار را اتخاذ می‌کند.

جدول ۱. نشانه‌گذاری متغیرهای تصمیم

قرارداد اشتراک درآمد	قرارداد اشتراک هزینه	قرارداد تبلیغات مشارکتی	نامتمرکز
$\theta^{nno}, E^{nno}, m^{nno}, W^{nno}, P^{nno}$	$\lambda^{non}, E^{non}, m^{non}, W^{non}, P^{non}$	$\varphi^{onn}, E^{onn}, m^{onn}, W^{onn}, P^{onn}$	$E^{nnn}, m^{nnn}, W^{nnn}, P^{nnn}$
$\pi_i^{nno}, i = M, R, SC$	$\pi_i^{non}, i = M, R, SC$	$\pi_i^{onn}, i = M, R, SC$	$\pi_i^{nnn}, i = M, R, SC$

مدل زنجیرهٔ تأمین متمرکز

در این بخش، روی یک ساختار بازی مشترک تمرکز می‌کنیم که در آن تولیدکننده و خرده‌فروش توافق می‌کنند تا تصمیم‌هایی بگیرند که سود کل کانال را به حداکثر برساند (حداکثر سود مشترک). مسئلهٔ تصمیم‌گیری متمرکز، انتخاب سطح تلاش برای کاهش انتشار E و سطح تلاش تبلیغاتی A برای به حداکثر رساندن سود زنجیرهٔ تأمین π_{SC} است که تابع سود به حالت زیر خواهد بود.

رابطهٔ ۵) $\max_{m,A,E} \pi_{SC} = (P - C)D - \frac{A^2}{2} - IE^2 = m(D_0 + KE + tA - b(m + C)) - \frac{A^2}{2} - IE^2$

با توجه به شروط بهینگی مرتبه‌های اول و دوم تابع π_{SC} نسبت به P، E و A تابع مقعر است و جوابی که در شرط بهینگی مرتبهٔ اول به‌دست می‌آید، جواب بهینه خواهد بود. پس از حل معادلات به‌صورت هم‌زمان داریم:

$$A_{SC}^{*} = \frac{2It(D_0 - bC)}{4Ib - K^2 - 2It^2}$$ رابطهٔ ۶)

$$E_{SC}^{*} = \frac{K(D_0 - bC)}{4Ib - K^2 - 2It^2}$$ رابطهٔ ۷)

$$m_{SC}^{*} = \frac{2I(D_0 - bC)}{4Ib - K^2 - 2It^2}$$ رابطهٔ ۸)

با توجه به مقادیر بهینه و جای‌گذاری آن‌ها در رابطهٔ ۵، مقدار بهینهٔ سود زنجیرهٔ تأمین به‌صورت زیر خواهد بود.

$$\pi_{SC}^{*} = \frac{I(D_0 - bC)^2}{4Ib - K^2 - 2It^2}$$ رابطهٔ ۹)

قضیهٔ ۱. با افزایش میزان اثرپذیری تبلیغات (t) در حالت زنجیرهٔ تأمین متمرکز، میزان سودآوری در کل کانال افزایش می‌یابد؛ اما با افزایش هزینهٔ سرمایه‌گذاری (I) توسط تولیدکننده، میزان سودآوری کانال کاهش می‌یابد.

اثبات: با محاسبهٔ $\frac{\partial}{\partial I}\pi_{SC} < 0$ و $\frac{\partial}{\partial t}\pi_{SC} > 0$ نشان داده می‌شود که افزایش هزینهٔ سرمایه‌گذاری (I) به‌تنهایی توسط تولیدکننده، به کاهش سودآوری در کانال منجر خواهد شد؛ اما با افزایش اثرپذیری تبلیغات (t) با توجه به عبارت $\frac{4It}{(4Ib-K^2-2It^2)^2}$ میزان سودآوری زنجیرهٔ تأمین افزایش می‌یابد.

قضیهٔ ۲. در زنجیرهٔ تأمین متمرکز میزان سرمایه‌گذاری سبزسازی و کاهش انتشار توسط تولیدکننده باید از رابطهٔ $I > \frac{K^2}{4b-2t^2}$ پیروی کند.

اثبات: با توجه به دو محدودیت $D_0 > bP$ و $C < W < P$ خواهیم داشت: $D_0 > bC$. پس عبارت $4Ib - K^2 - 2It^2 > 0$ مثبت خواهد بود که در ادامهٔ حل، رابطهٔ بالا به‌دست خواهد آمد.

مدل زنجیرهٔ تأمین نامتمرکز

در این بخش، فرایند تصمیم‌گیری را به‌عنوان یک بازی متوالی و غیرهمکارانه با تولیدکننده به‌عنوان رهبر و خرده‌فروش به‌عنوان پیرو، مدل می‌کنیم. هر یک از بازیگران قصد دارند سود خود را به حداکثر برسانند. راه‌حل این بازی رهبر ـ پیرو، تعادل استکلبرگ[1] نامیده می‌شود. در کانال نامتمرکز، تولیدکننده با استفاده از عملکرد پاسخ خرده‌فروش، سطح انتشار کربن و قیمت عمده‌فروشی را برای حداکثرسازی سود خود انتخاب می‌کند. سپس، خرده‌فروش قیمت محصول و سطح تبلیغات را تعیین می‌کند تا با توجه به سطح کربن و قیمت عمده، سود خود را به حداکثر برساند. این بازی به‌روش معکوس بررسی می‌شود؛ یعنی خرده‌فروش بهترین واکنش را به تولیدکننده نشان می‌دهد و سپس تولیدکننده تصمیم‌های بهینه را اتخاذ می‌کند. با توجه به این ساختار، مقادیر تعادلی[2] برای بهبود سبز شدن، تبلیغات، قیمت عمده‌فروشی، قیمت خرده‌فروشی و سودآوری بازیکنان را به‌دست می‌آوریم. در ابتدا با روش استقرا بازگشتی[3]، هدف بیشینه‌کردن سود خرده‌فروش را جلو خواهیم برد.

1. Stackelberg Equilibrium
2. Equilibrium values
3. Backward induction

$$\max_{m,A,E,w} \pi_R = (P-W)D - \frac{A^2}{2} = m(D_0 + KE + tA - b(m+W)) - \frac{A^2}{2}$$ رابطهٔ ۱۰)

با محاسبهٔ ماتریس هسین $\frac{\partial^2}{\partial A^2}\pi_R = -1 < 0$ و $|H_2| > 0$ اگر $2b > t^2$ معین منفی خواهد بود. پس عملکرد سود خرده‌فروش در m و A مقعر است. شرط بهینگی اول را برابر با صفر می‌گذاریم تا جواب بهینه به‌دست آید.

$$A_R(m) = tm$$ رابطهٔ ۱۱)

$$m_R(E,A,W) = \frac{D_0 + KE + tA - bW}{2b}$$ رابطهٔ ۱۲)

تابع سود تولیدکننده را در مرحلهٔ دوم به‌دست می‌آوریم.

$$\max_{m,A,E,w} \pi_M = (W-C)D - IE^2 = (W - C)\big(D_0 + KE + tA - b(m+W)\big) - IE^2$$ رابطهٔ ۱۳)

حال شروط بهینگی را برای قیمت عمده‌فروشیW و سطح انتشار کربن E بررسی می‌کنیم. پس از محاسبه شروط بهینگی مرتبه‌های اول و دوم، مقدار دترمینان ماتریس هسین $\frac{\partial^2}{\partial E^2}\pi_R = -2I < 0$ و $|H_2| > 0$ برابر است با رابطهٔ زیر:

$$\frac{4Ib^2(2b-t^2)^2 - b^2K^2}{(2b-t^2)^2} > 0$$ رابطهٔ ۱۴)

با شرط $8Ib - 4It^2 > K^2$ ماتریس هسین معین منفی است، پس تابع سود تولیدکننده نسبت به E و W مقعر است. برای به‌دست آوردن مقادیر بهینه، شرط اول بهینگی را مساوی با صفر می‌گذاریم. در آخر، مقادیر بهینهٔ مدل نامتمرکز به‌صورت زیر خواهد بود.

$$W^{nnn} = \frac{1}{2b}\left[D_0 + bC + \frac{K^2(D_0 - bC)}{8Ib - K^2 - 4It^2}\right]$$ رابطهٔ ۱۵)

$$E^{nnn} = \frac{K(D_0 - bC)}{8Ib - K^2 - 4It^2}$$ رابطهٔ ۱۶)

$$m^{nnn} = \frac{2I(D_0 - bC)}{8Ib - K^2 - 4It^2}$$ رابطهٔ ۱۷)

$$A^{nnn} = \frac{2It(D_0 - bC)}{8Ib - K^2 - 4It^2}$$ رابطهٔ ۱۸)

$$P^{nnn} = m^{nnn} + W^{nnn} = \frac{1}{2b}\left[D_0 + bC + \frac{(4Ib + K^2)(D_0 - bC)}{(8Ib - K^2 - 4It^2)}\right]$$ رابطهٔ ۱۹)

قضیه ۳. اگر $2b > t^2$ و $8Ib - 4It^2 > K^2$ در زنجیرهٔ تأمین نامتمرکز باشد، با افزایش میزان هزینهٔ سرمایه‌گذاری کاهش انتشار توسط تولیدکننده، میزان سودآوری تولیدکننده کمتر می‌شود.

اثبات: با محاسبهٔ $\frac{\partial}{\partial I}\pi_M$ عبارت $-K^2(D_0 - bC)^2 < 0$ همواره منفی خواهد بود.

قضیهٔ ٤. میزان سودآوری در زنجیرهٔ تأمین متمرکز بیشتر از حالت نامتمرکز $\pi_{SC}^{*} > \pi_{SC}^{nnn}$ است.

اثبات: مقایسهٔ جبری تمامی مغیرها نشان‌دهنده این است که با متمرکزسازی و همکاری در زنجیرهٔ تأمین، میزان سودآوری افزایش پیدا می‌کند.

تبلیغات مشارکتی

در این حالت، خرده‌فروش و تولیدکننده هزینه‌های تبلیغات را تقسیم می‌کنند؛ اما هزینه‌های کاهش انتشار فقط توسط تولیدکننده انجام می‌شود. پس تابع سود تولیدکننده و خرده‌فروش برابر می‌شود با:

$$\pi_M = (W - C)D - IE^2 - \frac{\varphi A^2}{2}$$ رابطهٔ ۲۰)

$$\pi_R = (P - W)D - \frac{(1-\varphi)A^2}{2}$$ رابطهٔ ۲۱)

φ به‌معنای میزان مشارکت تولیدکننده در تلاش تبلیغاتی خرده‌فروش است و توسط تولیدکننده در محدوده $0 < \varphi < 1$ تعیین می‌شود.

$$\pi_M^{onn} = \frac{I(D_0 - bC)^2(8Ib - K^2 - 4It^2)}{(8Ib - K^2)(16Ib - K^2 - 8It^2)}$$ رابطهٔ ۲۲)

$$\pi_R^{onn} = \frac{2I^2(D_0 - bC)^2(2b - 3t^2)(8Ib - K^2 - 4It^2)}{(8Ib - K^2)^2(16Ib - K^2 - 8It^2)^2}$$ رابطهٔ ۲۳)

$$\pi_{SC}^{onn} = \pi_M^{onn} + \pi_R^{onn} = \frac{2I(D_0 - bC)^2(2b - 3t^2 + 8Ib)(8Ib - K^2 - 4It^2)}{(8Ib - K^2)^2(16Ib - K^2 - 8It^2)^2}$$ رابطهٔ ۲۴)

قضیهٔ ۵. پارامتر تبلیغات مشارکتی φ^{onn} در اثرپذیری تبلیغات (t) در حال افزایش است.

اثبات: مشتق جزئی φ^{onn} نسبت به (t) نشان می‌دهد.

$$\varphi^{onn} = \frac{4It^2}{8Ib - K^2} \quad \frac{\partial}{\partial t}\varphi^{onn} = \frac{8It}{8Ib - K^2} > 0$$ رابطهٔ ۲۵)

هنگامی که اثرپذیری تبلیغات (t) زیاد باشد، خرده‌فروش نسبت بیشتری از سهم هزینه را ارائه می‌دهد؛ به این دلیل که وقتی اثرپذیری تبلیغات روی مصرف‌کنندگان مناسب است، خرده‌فروش می‌تواند میزان بیشتری از هزینه‌های تبلیغات را تقسیم کند؛ زیرا تقاضا برای محصول سبز، حتی از طریق تبلیغ جزئی، به خرده‌فروش کمک می‌کند تا سود خود را حفظ کند. بنابراین، تصمیم‌گیری به تبلیغات مشارکتی توسط خرده‌فروش از اثرپذیری تبلیغات محصول سبز تأثیر می‌پذیرد.

قضیهٔ ٦. مقایسهٔ مقادیر تعادلی در مدل نامتمرکز و تبلیغات مشارکتی نشان می‌دهد که:

$\pi_M^{onn} > \pi_M^{nnn}$
$\pi_R^{onn} > \pi_R^{nnn}$
$\pi_{SC}^{onn} > \pi_{SC}^{nnn}$

اثبات: روابط فوق از طریق مقایسهٔ جبری حاصل می‌شود. نتیجهٔ جالب نشان می‌دهد که هر دو تولیدکننده و خرده‌فروش، نسبت به مدل نامتمرکز زنجیرهٔ تأمین در مدل قرارداد تبلیغات مشارکتی سود بیشتری دارند. دلیل سودآوری بیشتر خرده‌فروش در این واقعیت است که هر میزان از مشارکت در هزینه‌های تبلیغات، به بهبود سودآوری خرده‌فروش کمک می‌کند. از آنجا که هزینه‌های تبلیغات برای خرده‌فروش کاهش می‌یابد، خرده‌فروش هم می‌تواند تبلیغات بیشتری برای محصول انجام دهد. نکتهٔ مهم این است که خرده‌فروش بخشی از هزینهٔ تبلیغات را تقسیم می‌کند؛ اما نسبت به مدل نامتمرکز سود بیشتری دارد. تقسیم بار هزینه‌های تبلیغات با تولیدکننده، باعث افزایش تبلیغات محصول می‌شود که متعاقب آن، تقاضای بازار را افزایش می‌دهد. افزایش تقاضای بازار، بیش از جبران هزینهٔ مشترک تولیدکننده است.

اشتراک هزینه

خرده‌فروش پیشنهاد می‌کند λ نسبت کل هزینه‌های سبز را به اشتراک بگذارد. تولیدکننده می‌تواند پیشنهاد را قبول یا رد کند. اگر تولیدکننده پیشنهاد را بپذیرد، خرده‌فروش λ نسبت کل هزینه‌های کاهش انتشار کربن را به اشتراک می‌گذارد و تولیدکننده $1-\lambda$ نسبت هزینه‌های انتشار کربن را متحمل می‌شود $(0<\lambda<1)$.

تولیدکننده با توجه به نسبت تقسیم هزینه و عملکرد واکنش خرده‌فروش، در خصوص سطح سبزسازی (E) و قیمت عمده‌فروشی محصول (W) تصمیم می‌گیرد. خرده‌فروش با توجه به نسبت تقسیم هزینه، سطح سبزسازی و قیمت عمده‌فروشی، قیمت خرده‌فروشی (P) محصول را تعیین می‌کند. پس تابع سود تولیدکننده و خرده‌فروش برابر می‌شود با:

رابطهٔ ۲۶) $$\pi_{\mathrm{M}} = (\mathrm{W}-\mathrm{C})\mathrm{D} - (1-\lambda)\mathrm{IE}^2$$

رابطهٔ ۲۷) $$\pi_{\mathrm{R}} = (\mathrm{P}-\mathrm{W})\mathrm{D} - \frac{\mathrm{A}^2}{2} - \lambda\mathrm{IE}^2$$

پس از حل رابطه‌ها داریم:

رابطهٔ ۲۸) $$\pi_M^{non} = \frac{KIb(D_0-bC)^2}{4Ib(2b-t^2)-K^2(1+Ib)}$$

رابطهٔ ۲۹) $$\pi_R^{non} = \frac{2KI^3b(D_0-bC)^2(4b-5t^2)}{(4Ib(2b-t^2)-K^2(1+Ib))^2}$$

رابطهٔ ۳۰) $$\pi_{SC}^{non} = \pi_M^{non} + \pi_R^{non} = \frac{KIb(D_0-bC)^2(2I^2(4b-5t^2)+4Ib(2b-t^2)-K^2(1+Ib))}{(4Ib(2b-t^2)-K^2(1+Ib))^2}$$

قضیهٔ ۷. پارامتر کاهش انتشار کربن و سبزسازی λ^{non} نسبت به سرمایه‌گذاری سبزسازی (I) کاهشی و نسبت به حساسیت سبزسازی مشتری (K) افزایشی است.

اثبات: مشتق جزئی λ^{non} نسبت به (K) و (I) نشان می‌دهد.

رابطهٔ ۳۱) $$\lambda^{non} = \frac{K^2}{8Ib(2b-t^2)}$$

$$\frac{\partial}{\partial \mathrm{K}}\lambda^{\mathrm{non}} = \frac{\mathrm{K}}{4\mathrm{Ib}(2\mathrm{b}-\mathrm{t}^2)} > 0$$

رابطهٔ ۳۲)

$$\lambda^{non} = \frac{K^2}{8Ib(2b-t^2)}$$

$$\frac{\partial}{\partial \mathrm{I}}\lambda^{\mathrm{non}} = \frac{-\mathrm{K}^2}{8\mathrm{I}^2\mathrm{b}(2\mathrm{b}-\mathrm{t}^2)} < 0$$

عبارت نشان می‌دهد که پارامتر اشتراک هزینه λ که خرده‌فروش متحمل می‌شود، در سرمایه‌گذاری سبزسازی (I) کاهش می‌یابد. این بدان معناست که در زیر هزینه‌های بالای سبزسازی، خرده‌فروش نسبت کمتری در هزینه‌ها به اشتراک می‌گذارد که این کار را برای حفظ سودآوری خود انجام می‌دهد. با این حال، هنگامی که حساسیت مصرف‌کننده به سبز شدن (K) زیاد باشد، خرده‌فروش نسبت بیشتری از سهم هزینه را ارائه می‌دهد، به این دلیل که وقتی مصرف‌کنندگان نسبت به سبزشدن محصول بسیار حساس هستند، خرده‌فروش می‌تواند میزان بیشتری از هزینه‌های سبزسازی را تقسیم کند؛ زیرا تقاضا برای محصول سبز، حتی از کمترین سطح سبزسازی، به خرده‌فروش کمک می‌کند تا سود خود را حفظ کند. بنابراین، تصمیم تقسیم هزینه توسط خرده‌فروش تحت تأثیر هزینه‌های سبز و حساسیت مصرف‌کننده به سبز شدن منجر می‌شود.

قضیهٔ ۸. مقایسه مقادیر تعادلی در مدل نامتمرکز و اشتراک هزینه نشان می‌دهد که:

$$\pi_M^{non} > \pi_M^{nnn}$$
$$\pi_R^{non} > \pi_R^{nnn}$$
$$\pi_{SC}^{non} > \pi_{SC}^{nnn}$$

اثبات: روابط فوق از طریق مقایسهٔ جبری حاصل می‌شود. واضح است که به اشتراک‌گذاری هزینه با خرده‌فروش به تولیدکننده کمک می‌کند؛ زیرا هر میزان از مشارکت در هزینه‌های تبلیغات، به بهبود سودآوری تولیدکننده کمک می‌کند. از آنجا که هزینه‌های سبزسازی برای تولیدکننده کاهش می‌یابد، تولیدکننده می‌تواند هزینهٔ بیشتری برای سبزسازی محصول در نظر بگیرد. خرده‌فروش بخشی از هزینهٔ کاهش انتشار کربن را بر عهده می‌گیرد، اما نسبت به مدل نامتمرکز سود بیشتری دارد. تقسیم بار هزینه‌های کاهش انتشار کربن تولیدکننده، باعث افزایش سبزسازی محصول می‌شود که متعاقب آن، تقاضای بازار را افزایش می‌دهد. افزایش تقاضای بازار بیش از جبران هزینهٔ مشترک خرده‌فروش است. این نتیجه نشان می‌دهد که چرا سبز شدن، همکاری بیشتر بین تولیدکننده و خرده‌فروش را از طریق قراردادهای تقسیم هزینه و سازوکارهای دیگر می‌طلبد. این نوعی یادآوری برای سیاست‌گذاران است که در پی سازوکارهای تشویقی برای حمایت از تأمین‌کنندگان در یک زنجیرهٔ تأمین سبز است و مصرف‌کننده به سبز بودن محصول حساس است.

اشتراک درآمد

در این حالت، خرده‌فروش پیشنهاد θ نسبت از میزان درآمد خود را به تولیدکننده می‌دهد؛ اما هزینه‌های تبلیغات و کاهش انتشار کربن توسط هر دو بازیگر به‌تنهایی انجام می‌شود. تولیدکننده می‌تواند پیشنهاد را قبول یا رد کند. اگر، تولیدکننده

پیشنهاد را بپذیرد، باید میزان قیمت عمده‌فروشی (W) خود را کاهش دهد تا خرده‌فروش بتواند بیشتر سفارش دهد. طبق قرارداد اشتراک درآمد خرده‌فروش θ نسبت کل درآمد خود را به اشتراک می‌گذارد و تولیدکننده $1-\theta$ نسبت از درآمد خرده‌فروش را دریافت می‌کند $(0<\theta<1)$.

رابطهٔ ۳۳) $$\pi_M = (W-C)D - IE^2 + (1-\theta)PD$$

رابطهٔ ۳۴) $$\pi_R = (P-W)\theta D - \frac{A^2}{2}$$

پس از حل روابط داریم:

رابطهٔ ۳۵) $$\pi_M^{nno} = \frac{KI^2 b(D_0 - bC)^2(2b-t^2)(bK^2-4It^2)}{32Ib(2b-t^2) - bK^2(b-t^2)}$$

رابطهٔ ۳۶) $$\pi_R^{nno} = \frac{2Ib(D_0 - bC)^2(b-t^2)(8Ib - bK^2 - 4It^2)}{(32Ib(2b-t^2) - bK^2(b-t^2))^2}$$

رابطهٔ ۳۷) $$\pi_{SC}^{nno} = \pi_M^{nno} + \pi_R^{nno} = \frac{Ib(D_0 - bC)^2(KI(2b-t^2)(bK^2-4It^2) + 2(b-t^2)(8Ib - bK^2 - 4It^2))}{(32Ib(2b-t^2) - bK^2(b-t^2))^2}$$

قضیهٔ ۹. مقایسه مقادیر تعادلی در مدل نامتمرکز و اشتراک درآمد نشان می‌دهد که:

$A^{nno} > A^{nnn}$

$E^{nno} > E^{nnn}$

$m^{nno} > m^{nnn}$

اثبات: روابط فوق از طریق مقایسهٔ جبری اثبات می‌کند که قرارداد اشتراک درآمد، میزان سرمایه‌گذاری تولیدکننده برای کاهش انتشار کربن را افزایش می‌دهد و همچنین تمرکز خرده‌فروش به بحث تبلیغات محصول را بیشتر می‌کند.

قضیهٔ ۱۰. مقایسهٔ مقادیر تعادلی در مدل نامتمرکز و اشتراک درآمد نشان می‌دهد که:

$\pi_M^{nno} > \pi_M^{nnn}$

$\pi_R^{nno} > \pi_R^{nnn}$

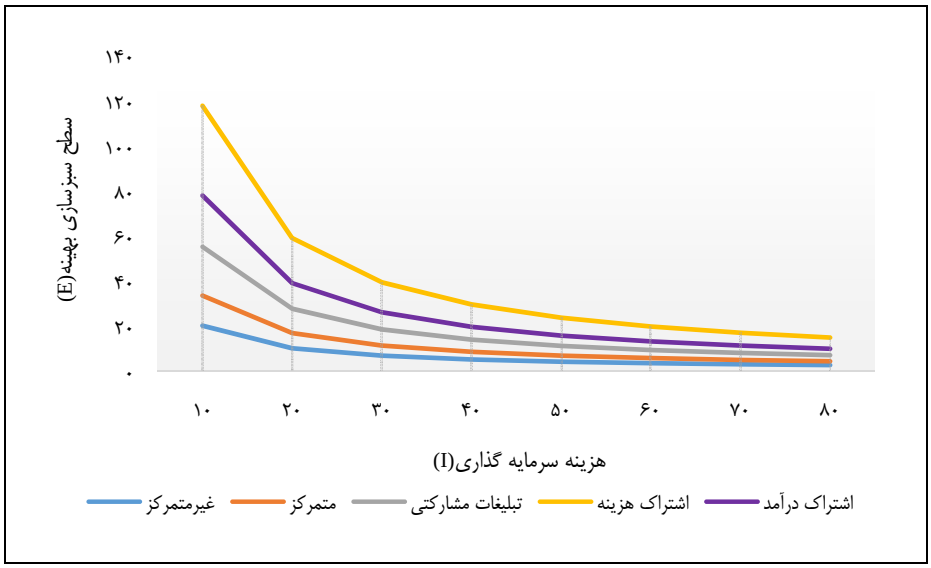
$\pi_{SC}^{nno} > \pi_{SC}^{nnn}$

اثبات: واضح است که به اشتراک‌گذاری درآمد با تولیدکننده به خرده‌فروش کمک می‌کند تا با هزینهٔ کمتری محصولات را از تولیدکننده خرید کند و هزینهٔ بیشتری روی تبلیغات انجام دهد که به تناسب آن، تقاضا برای محصول بیشتر خواهد شد. تولیدکننده نیز با دریافت بخشی از درآمد خرده‌فروش، هزینهٔ بیشتری در بحث سبزسازی محصول به کار خواهد گرفت که در نتیجهٔ آن، سبزسازی محصول را بیشتر و متعاقب آن، تقاضای بازار را افزایش می‌دهد.

یافته‌های پژوهش

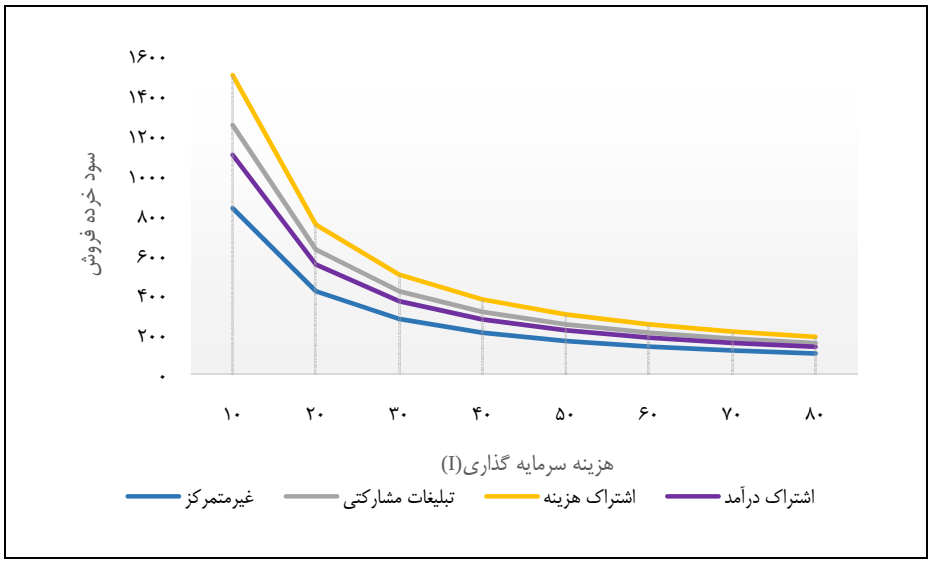
در این بخش، با استفاده از تجزیه‌وتحلیل عددی، برخی از نتایج به‌دست آمده توضیح داده شده است. با فرض اینکه در

تمام سناریوهای مدل D_0=۱۰۰، t=۱، b=۵، C=۱۰ و K=۱ برای زنجیرهٔ تأمین در نظر گرفته شده، با افزایش میزان هزینهٔ سرمایه‌گذاری (I) توسط تولیدکننده، سطح سبزسازی بهینه (E) زنجیرهٔ تأمین کاهش می‌یابد (شکل۲). خرده‌فروش با ارائهٔ قرارداد اشتراک درآمد، سطح سبزسازی بهینهٔ بیشتری نسبت به سایر سازوکارهای هماهنگی کانال خواهد داشت.



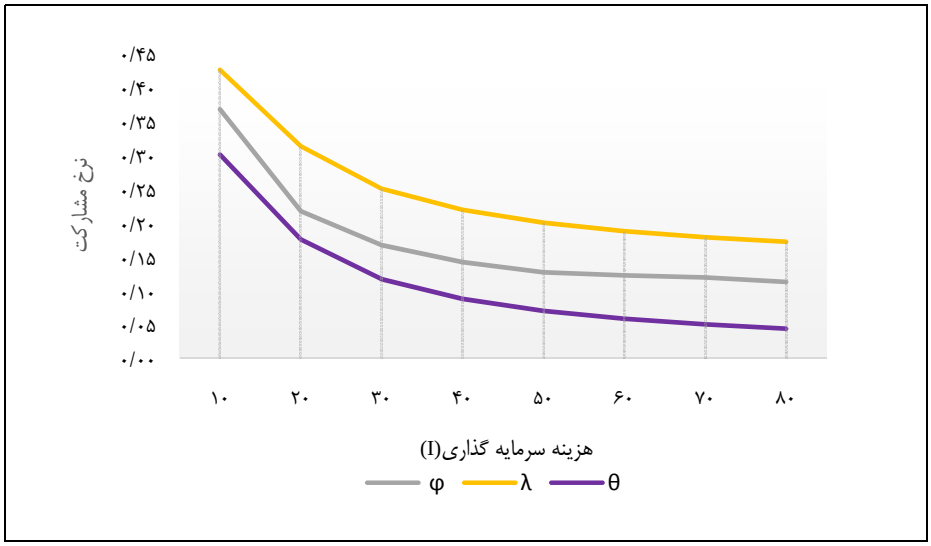
شکل۲. تغییرات سطح سبزسازی بهینه (E) نسبت به هزینه سرمایه‌گذاری (I)

این نشان می‌دهد که تحت قرارداد اشتراک هزینه، بازیگران زنجیرهٔ تأمین می‌توانند سطح بالاتری از سبز شدن محصول را ارائه دهند و در نتیجه، قیمت بیشتری را برای محصول اخذ کنند. البته قرارداد اشتراک هزینه برای خرده‌فروش میزان سودآوری بیشتری را نسبت به قراردادهای دیگر دربردارد (شکل۳).



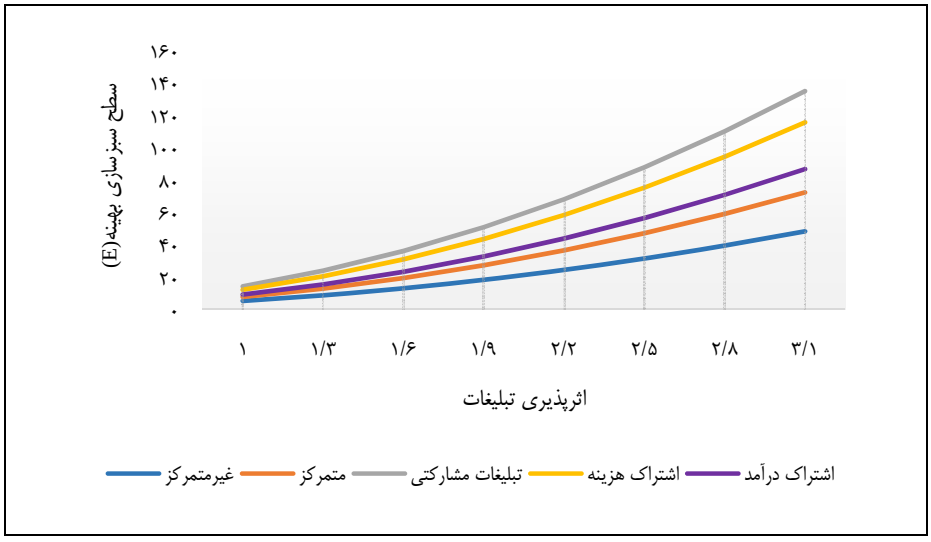
شکل۳. تغییرات هزینهٔ سرمایه‌گذاری (I) نسبت به سود خرده‌فروش (π_R)

در ادامه قراردادهای تبلیغات مشارکتی و اشتراک درآمد، به‌ترتیب بیشترین میزان سود برای خرده‌فروش را دارند. همچنین خرده‌فروش با افزایش میزان سرمایه‌گذاری برای سبزسازی محصول، نرخ مشارکت پایین‌تری در همه سناریوها پیشنهاد می‌دهد (شکل۴) که دلیل آن، افزایش میزان هزینه در طول زنجیرهٔ تأمین و کاهش میزان سودآوری است.



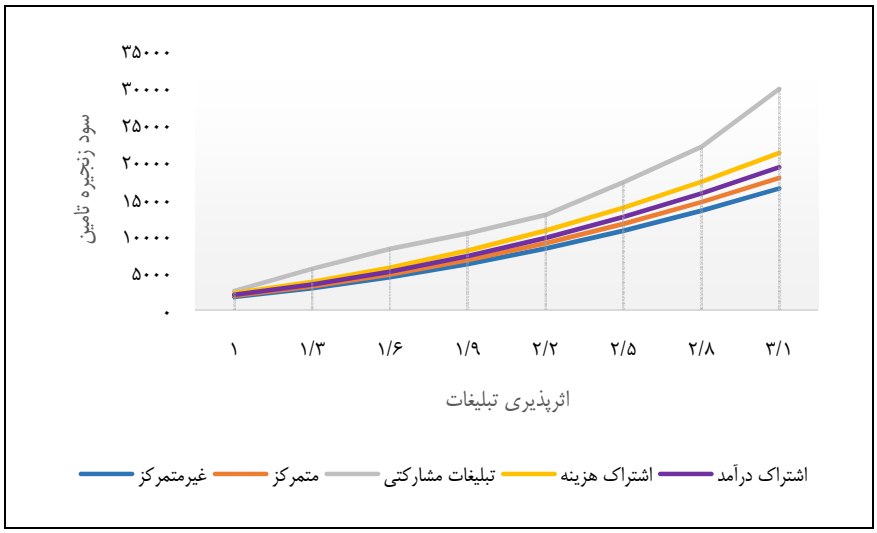
شکل۴. تغییرات هزینهٔ سرمایه‌گذاری (I) نسبت به نرخ مشارکت در قراردادهای تبلیغات مشارکتی (φ)، اشتراک هزینه (λ) و اشتراک درآمد (θ)

با فرض مجدد اینکه D_0=۱۰۰، I=۱۰، b=۵، C=۱۰ و K=۱ در تمامی سناریوهای مدل برای زنجیرهٔ تأمین در نظر گرفته شده است، با افزایش میزان اثرپذیری تبلیغات (t)، سطح سبزسازی بهینه (E) زنجیرهٔ تأمین افزایش می‌یابد (شکل۵). با افزایش میزان اثرپذیری تبلیغات محصول سبز، میزان متقاضی برای خرید محصول سبز نیز افزایش پیدا می‌کند و زنجیرهٔ تأمین درصدد ارائهٔ محصولی با میزان سبزسازی بیشتر خواهد بود.



شکل۵. تغییرات اثرپذیری تبلیغات (t) نسبت به سطح سبزسازی بهینه (E)

در این تحلیل، تبلیغات مشارکتی بیشترین میزان بهبود میزان سطح سبزسازی بهینه و زنجیرهٔ تأمین نامتمرکز کمترین میزان بهبود را دارد.



شکل ٦. تغییرات اثرپذیری تبلیغات (t) نسبت به سودآوری زنجیرهٔ تأمین (π_{SC})

همچنین شکل ۶ نشان‌دهندهٔ این موضوع است که سود زنجیرهٔ تأمین، به‌ترتیب در تبلیغات مشارکتی و اشتراک هزینه، نسبت به افزایش اثرپذیری تبلیغات، بیشترین میزان عایدی را دارد. با توجه به نمودار، نقش پُررنگ تبلیغات در میزان سودآوری کانال بارز است و تبلیغات به‌عنوان عاملی برای افزایش میزان حساسیت مصرف‌کنندگان برای خرید محصول سبز در زنجیرهٔ تأمین سبز نقش کلیدی دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مطالعه درصدد تبیین این موضوع بود که چرا بازیگران در یک زنجیرهٔ تأمین گوشت وارد سازوکارهای قراردادهای هماهنگی می‌شوند و در واقع، نمای عمیقی از تأثیر تبلیغات و اشتراک‌گذاری هزینه و درآمد بر تصمیم‌های اصلی بازیگران زنجیرهٔ تأمین ارائه می‌دهد. در این پژوهش مشخص شد که قرارداد تبلیغات مشارکتی، سرمایه‌گذاری تبلیغاتی خرده‌فروش و سود کل زنجیرهٔ تأمین را افزایش می‌دهد که در نتیجهٔ آن، اثربخشی کانال افزایش می‌یابد. در این پژوهش به نقش کلیدی تبلیغات و آثار آن روی سودآوری کانال نیز پرداخته شده است. بهترین روش برای افزایش میزان تقاضا برای محصولات سبز، افزایش آگاهی مشتریان از طریق تبلیغات مربوط به محیط زیست است. همچنین قرارداد تقسیم یا اشتراک هزینه برای شرکت‌ها و زنجیرهٔ تأمین مفید است؛ زیرا قراردادهای اشتراک هزینه، به افزایش سطح سبز محصول، سود بیشتر برای شرکت‌های جداگانه و افزایش سود زنجیرهٔ تأمین منجر می‌شود. قرارداد اشتراک درآمد با اختلاف عملکردی پایینی بعد از اشتراک هزینه، گزینه مناسبی برای زنجیرهٔ تأمین مدنظر است. برخلاف قرارداد اشتراک هزینه، تقریباً تمامی فروشگاه‌های خرده‌فروشی به سیستم‌های رایانه‌ای و بارکدی برای ردیابی فروش هر یک از محصولات گوشتی مجهزند؛ بنابراین نظارت و تأیید درآمد برای تولیدکننده کار سختی نیست. قرارداد تقسیم درآمد نه‌تنها به

تولیدکننده و خرده‌فروش برای دستیابی به وضعیت «برد ـ برد» کمک می‌کند، بلکه به سود بیشتر زنجیرهٔ تأمین نسبت به سیاست نامتمرکز منجر می‌شود. به‌علاوه، تولیدکننده حاضر نیست استراتژی کاهش انتشار کربن را بدون برنامه‌های تشویقی خرده‌فروش اجرا کند.

مدل پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی روبه‌رو است. اول از همه، قیمت محصولات کم‌کربن ثابت است و این موضوع را در نظر نمی‌گیرد که قیمت با کاهش انتشار تولیدکننده تغییر می‌کند. دوم، این تحقیق بدون در نظر گرفتن تقاضای تصادفی، تابع تقاضا را خطی فرض می‌کند. سوم، این پژوهش فرض می‌کند که یک مدل ثابت انحصاری دوجانبه وجود دارد که در آن سود می‌تواند به تولیدکننده یا خرده‌فروش به‌طور کامل توزیع شود. اضافه‌کردن رقابت، چه بین تولیدکنندگان و چه بین خرده‌فروشان، می‌تواند این محدودیت را برطرف کند. در مرحلهٔ نخست، مدیران کسب‌وکار باید آگاهی از هماهنگی را صرف نظر از بهبود سطح سود خود تقویت کنند. آن‌ها باید منافع بلندمدت تجارت را پیاده کنند و برای ارتقای عملکرد کلی زنجیرهٔ تأمین بکوشند. در گام بعد، سیاست‌گذاران، تولیدکنندگان و همچنین خرده‌فروشان باید درک کنند که افزایش تقاضا به‌دلیل آگاهی از محیط‌زیست مصرف‌کننده، مزیت عمده‌ای در تهیه و فروش محصولات کم‌کربن محسوب می‌شود. از این رو، تولیدکنندگان باید محصولات سبز تولید کنند و خرده‌فروش آگاهی از مسائل محیطی (انتشار گاز کربن) را گسترش دهد. این کار به آن‌ها فرصت بیشتری می‌دهد تا مردم را به‌سمت محصولات سبز جذب کنند. وقتی حساسیت مصرف‌کنندگان به سطح سبزسازی محصول افزایش می‌یابد، آن‌ها تمایل دارند که برای محصولات کم‌کربن قیمت بیشتری بپردازند. این کار باعث افزایش تلاش برای کاهش انتشار با افزایش میزان هزینهٔ سرمایه‌گذاری تولیدکننده می‌شود و همچنین تلاش‌های تبلیغاتی خرده‌فروش نیز افزایش می‌یابد. در عین حال، محصولات کم‌کربن ارزش افزوده بیشتری برای کل زنجیرهٔ تأمین فراهم می‌کنند؛ به این معنا که سود کل زنجیرهٔ تأمین افزایش می‌یابد. بنابراین، دولت و بنگاه‌های اقتصادی باید انتشار اطلاعات مربوط به محصولات سازگار با محیط زیست (گوشت) را تقویت کنند و آگاهی حفاظت از محیط زیست با مصرف محصولات دارای سطح سبزسازی بالاتر را در مصرف‌کننده افزایش دهند.

در مدل این پژوهش، تقاضا به‌صورت قطعی و خطی در نظر گرفته شده است که در دنیای واقعی کاربرد محدودی دارد. بنابراین، در تحقیقات آتی می‌توان مدل‌سازی تحلیل زنجیرهٔ تأمین گوشت تحت توابع تقاضای تصادفی را دنبال کرد. همچنین می‌توان در مطالعات بعدی، سیاست‌های دولتی در زمینهٔ زنجیرهٔ تأمین گوشت را بررسی کرد؛ زیرا گوشت به‌عنوان یک مادهٔ غذایی که تقاضای روزمره دارد، به‌حتم نیازمند تصمیم‌های استراتژیک در نحوهٔ پخش و توزیع و قیمت‌گذاری آن است.

منابع

عینی سرکله، غلامرضا؛ حافظ‌الکتب، اشکان؛ توکلی مقدم، رضا و نجفی، اسماعیل (۱۴۰۱). شناسایی موانعِ اصلیِ پیاده‌سازی قراردادهای دوطرفه در زنجیره تأمین با استفاده از روش ترکیبی بهترین ـ بدترین و واسپاس با رویکرد فازی (مطالعه موردی: صنعت خودروسازی کشور. *مدیریت صنعتی*، ۱۴(۲)، ۳۱۰– ۳۳۶.

References

Bai, Q., Jin, M. & Xu, X. (2019). Effects of carbon emission reduction on supply chain coordination with vendor-managed deteriorating product inventory. *International Journal of Production Economics*, 208, 83-99.

Banasik, A., Kanellopoulos, A., Bloemhof-Ruwaard, J. M. & Claassen, G. (2019). Accounting for uncertainty in eco-efficient agri-food supply chains: A case study for mushroom production planning. *Journal of cleaner production*, 216, 249-256.

Dai, R., Zhang, J., & Tang, W. (2017). Cartelization or Cost-sharing? Comparison of cooperation modes in a green supply chain. *Journal of cleaner production*, 156, 159-173.

Daryanto, Y., Wee, H. M., & Astanti, R. D. (2019). Three-echelon supply chain model considering carbon emission and item deterioration. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 122, 368-383.

Einy Sarkalleh, Gh., Hafezalkotob, A., Tavakkoli Moghaddam, R. & Najafi, E. (2022). Identifying the Main Obstacles to Carrying Out Bi-directional Contracts in Supply Chains by Adopting the Best-worst Method and Undertaking Weighted Aggregates Sum Product Assessment: A Fuzzy Approach. *Industrial Management Journal*, 14(2), 310-336. (*in Persian*)

Farshbaf-Geranmayeh, A., & Zaccour, G. (2020). Pricing and advertising in a supply chain in the presence of strategic consumers. *Omega*, 102239.

Ghosh, D., & Shah, J. (2015). Supply chain analysis under green sensitive consumer demand and cost sharing contract. *International Journal of Production Economics*, 164, 319-329.

Jabali, O., Van Woensel, T., & De Kok, A. (2012). Analysis of travel times and CO2 emissions in time-dependent vehicle routing. *Production and Operations Management*, 21(6), 1060-1074.

Krishnan, R., Agarwal, R., Bajada, C. & Arshinder, K. (2020). Redesigning a food supply chain for environmental sustainability–An analysis of resource use and recovery. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118374.

Li, R., & Teng, J.-T. (2018). Pricing and lot-sizing decisions for perishable goods when demand depends on selling price, reference price, product freshness, and displayed stocks. *European Journal of Operational Research*, 270(3), 1099-1108.

Liu, Z. L., Anderson, T. D., & Cruz, J. M. (2012). Consumer environmental awareness and competition in two-stage supply chains. *European Journal of Operational Research*, 218(3), 602-613.

Mohebalizadehgashti, F., Zolfagharinia, H., & Amin, S. H. (2020). Designing a green meat supply chain network: A multi-objective approach. *International Journal of Production Economics*, 219, 312-327.

Roghanian, E., & Cheraghalipour, A. (2019). Addressing a set of meta-heuristics to solve a multi-objective model for closed-loop citrus supply chain considering CO2 emissions. *Journal of cleaner production*, 239, 118081.

Rohmer, S., Gerdessen, J. C. & Claassen, G. (2019). Sustainable supply chain design in the food system with dietary considerations: A multi-objective analysis. *European Journal of Operational Research*, 273, 1149-1164.

Rong, A., Akkerman, R., & Grunow, M. (2011). An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 421-429.

Singh, A., Mishra, N., Ali, S. I., Shukla, N., & Shankar, R. (2015). Cloud computing technology: Reducing carbon footprint in beef supply chain. *International Journal of Production Economics*, 164, 462-471.

Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., & Van Der Vorst, J. G. (2014). Modelling food logistics networks with emission considerations: The case of an international beef supply chain. *International Journal of Production Economics*, 152, 57-70.

Tao, Z., Zhang, Z., Peng, D., Shi, Y., & Shi, Y. (2019). Joint advertising and preservation service decisions in a supply chain of perishable products with retailer's fairness concerns. *Procedia CIRP*, 83, 461-466.

Validi, S., Bhattacharya, A., & Byrne, P. (2014). A case analysis of a sustainable food supply chain distribution system—A multi-objective approach. *International Journal of Production Economics*, 152, 71-87.

Yan, R., Cao, Z., & Pei, Z. (2016). Manufacturer's cooperative advertising, demand uncertainty, and information sharing. *Journal of Business Research*, 69(2), 709-717.

Yang, H., & Chen, W. (2018). Retailer-driven carbon emission abatement with consumer environmental awareness and carbon tax: Revenue-sharing versus cost-sharing. *Omega*, 78, 179-191.

Yu, Y., Han, X., & Hu, G. (2016). Optimal production for manufacturers considering consumer environmental awareness and green subsidies. *International Journal of Production Economics*, 182, 397-408.

Zhou, Y., Bao, M., Chen, X., & Xu, X. (2016). Co-op advertising and emission reduction cost sharing contracts and coordination in low-carbon supply chain based on fairness concerns. *Journal of cleaner production*, 133, 402-413.