

Pricing in Channel Book Supply Chain Considering Possibility of Selling E-Book under Fixed and Decreasing Demands

(Document Type: Research Paper)

Kamran Kianfar*

Assistant professor, Faculty of Engineering, University of Isfahan, Iran, k.kianfar@eng.ui.ac.ir

Mitra Pashootanizadeh

Assistant professor, Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Education and Psychology, University of Isfahan, Iran, m.pashootanizade@edu.ui.ac.ir

Abstract: The purpose of this research is to determine the optimal wholesale and final prices of printed and electronic books in a dual channel supply chain. Here, a comprehensive sensitivity analysis has been conducted on different supply chain parameters such as demand elasticity coefficients, customer tendency to printed books and book production costs. The effect of these variables on optimal prices, demands and final profit is analyzed. Results of centralized and fixed demand mode reveal that if the coefficient of customers' tendency to printed book is bigger than 0.5, then the final printed books' price will be higher than e-book prices. Pricing in decentralized model is done using the Stackelberg equilibrium. Results show that wholesale prices of p-book in decentralized and fixed demand system are equal to selling prices in centralized system, but the final selling price of p-book in decentralized system is higher than centralized one. In both systems, the e-book selling price is the same. In the fixed demand condition, either e-books are not published or they are simultaneously published with their printed versions; however, in the decreasing demand mode, e-books may be introduced to market at any time during books' life period.

Keywords: Electronic Book, Pricing, Printed Book, Publisher, Supply Chain

Introduction: In this paper, a three-level supply chain including publisher, bookstores, and final customers is considered. The publisher provides books to the market via printed and electronic versions. The production costs for one copy of e-book and p-book are denoted by c_p and c_e , respectively. The publisher provides p-books to bookstores at wholesale price, and customers can buy them at final selling price. E-books are provided to customers at price p_e .

The problem is defined in two time periods where in the first period, the publisher only delivers p-books at wholesale price w_1 and bookstores sell them at price p_{r1} . In the second period of books' lifetime, the wholesale price is set to w_2 and e-books are simultaneously provided by the publisher to the market. The bookstores decide about the final selling price of p-books in the second period, p_{r2} . The following figure outlines the considering supply chain and its different distribution channels:

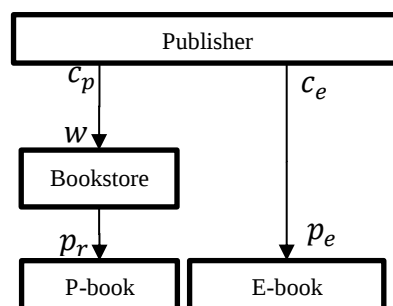


Fig. 1- Outline of the considering dual-channel supply chain

* Corresponding author

The demand function is defined in two modes of fixed and decreasing. Assuming that prices remain unchanged during lifetime of books, demands are unchanged in the fixed mode while the demands for p-books and e-books will diminish in the decreasing mode.

Materials and Methods: Let D_{r_1} and D_{r_2} denote the demand of p-books in the first and second periods and D_e be the demand for e-books. Parameter D denotes the base demand of books when they are free. Parameter $0 < \alpha < 1$ shows the loyalty of customers to p-books meaning that $1 - \alpha$ percent of customers potentially prefer e-books to p-books. Parameters b_1 and b_2 respectively denote price elasticity of demand and cross-price sensitivity coefficients.

Results and Discussion: Table (1) shows the results of analysis on the supply chain with fixed demands in centralized and decentralized modes. In the centralized mode, the publisher and bookstores simultaneously decide regarding the prices and try to maximize total profit in the supply chain. In the decentralized mode, the publisher tries to maximize its own profit by adjusting prices p_e , w_1 and w_2 while bookstores want to maximize their profit via controlling prices p_{r_1} and p_{r_2} . Most of the results are achieved from Stackelberg games and solving systems of linear equations.

Table 1- Summary of Results for the Supply Chain with Fixed Demand

Centralized mode	$p_{r_1}^* = \frac{c_p}{2} + \frac{D}{2b_1}$	$p_{r_2}^* = \frac{c_p}{2} + \frac{\alpha \cdot b_1 + (1 - \alpha)b_2}{2(b_1^2 - b_2^2)} D$
	$p_e^* = \frac{c_e}{2} + \frac{(1 - \alpha)b_1 + \alpha b_2}{2(b_1^2 - b_2^2)} D$	$D_{r_1}^* = \frac{-b_1 \cdot C_p + D}{2}$
	$D_{r_2}^* = \frac{b_2 \cdot C_e - b_1 \cdot C_p + \alpha \cdot D}{2}$	$D_e^* = \frac{b_2 \cdot C_p - b_1 \cdot C_e + (1 - \alpha)D}{2}$
	$b_2^2 > b_1(b_1 - b_2) \rightarrow p_{r_1}^* > p_{r_2}^*$	$\alpha > 0.5 \rightarrow p_{r_2}^* > p_e^*$
Decentralized mode	$p_{r_1}^* = \frac{w_1}{2} + \frac{D}{2b_1}$	$p_{r_2}^* = \frac{w_2}{2} + \frac{\alpha \cdot D + b_2 \cdot p_e}{2b_1}$
	$w_1^* = \frac{c_p}{2} + \frac{D}{2b_1}$	$w_2^* = \frac{c_p}{2} + \frac{\alpha \cdot b_1 + (1 - \alpha)b_2}{2(b_1^2 - b_2^2)} D$
	$p_e^* = \frac{c_e}{2} + \frac{\alpha \cdot b_2 + (1 - \alpha)b_1}{2(b_1^2 - b_2^2)} D$	$D_{r_1}^* = \frac{-b_1 \cdot C_p + D}{4}$
	$D_{r_2}^* = \frac{b_2 \cdot C_e - b_1 \cdot C_p + \alpha \cdot D}{4}$	$D_e^* = \frac{b_2 \cdot C_p - b_1 \cdot C_e + (1 - \alpha)D}{2} + \frac{b_2^2 \cdot c_e + b_2 \cdot \alpha \cdot D}{4b_1}$

Conclusion: In this paper, pricing policies in a dual-channel supply chain for printed and electronic books was considered. The demand function was defined as two types of fixed and decreasing and also, the supply chain was considered in centralized and decentralized modes.

The results show that if the coefficient of customers' tendency towards p-books is bigger than 0.5, then the optimal price for p-books is greater than price of e-books. Increasing the price elasticity of demand will reduce optimum selling prices and demands, and consequently reduces the final profit of publisher and bookstores. In the decentralized supply chain with fixed demand, pricing is done using Stackelberg equilibrium where publisher is the leader and bookstores are followers. Wholesale price of p-books in decentralized mode is equal to their final selling price in centralized mode; while the final price of p-books in decentralized mode is higher compared with centralized mode. The price of e-books is the same in both the modes. In the supply chain with decreasing demand, accelerating the demand reduction will postpone the introduction of e-books to the market in the centralized mode while it has a reverse effect in decentralized mode.

Many ideas are provided by researchers to encourage people to read e-books such as advertising electronic books in TV programs, developing websites and portals and supporting their admins (IRNA, 2015), laying down suitable laws (Fahimifar & Heidary, 2014) and providing high-speed internet and e-book reader tools to all the people (Tavakol & BaniJamal, 2014).

References

- Fahimifar, S. & Heidary, E (2014). Economic dimensions of e-book publishing: Views from within the publishing industry. *National Studies on Librarianship and Information Organization*, 25(2): 1-175. (In Persian).
- IRNA (2015). Ebook or printed book are not important: we do not have book reader and book user. *Chap o Nashr*, 11(129): 117-119. (In Persian).
- Tavakol, M. & BaniJamal (2014). Investigating e-book publishing in Iran and how Iranian users consume Ebooks. *Strategic Studies on Youth and Sports*, 13(24): 127-140. (In Persian).

مدیریت تولید و عملیات، دوره ۱۰، پیاپی ۱۸، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸

دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۱۴ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۱۰

صص: ۸۳-۱۱۰ (نوع مقاله: پژوهشی)

قیمت‌گذاری زنجیره تأمین دوکاناله کتاب با در نظر گرفتن امکان فروش کتاب الکترونیک در دو حالت تقاضای ثابت و تقاضای کاهشی

کامران کیانفر^{۱*}، میترا پشوتنی‌زاده^۲

۱- استادیار دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، ایران، k.kianfar@eng.ui.ac.ir

۲- استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران،

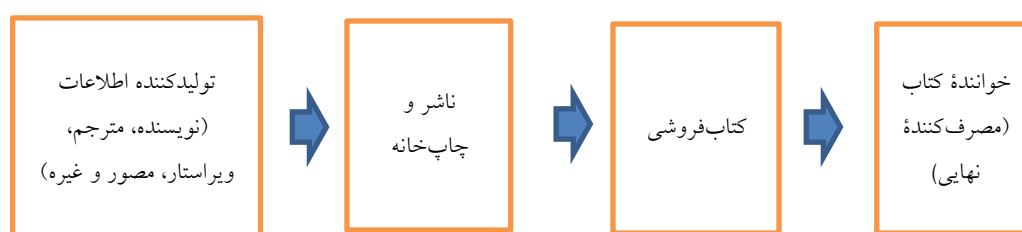
m.pashootanizade@edu.ui.ac.ir

چکیده: هدف این پژوهش، تعیین قیمت‌های بهینه عمده‌فروشی و نهایی کتاب‌های چاپی و الکترونیک، تعیین و مقایسه سود نهایی اجزای زنجیره تأمین کتاب و بررسی مقادیر بهینه تقاضا در کانال‌های دوگانه است. در این پژوهش تحلیل حساسیتی جامع روی پارامترهای زنجیره تأمین مانند ضرایب کشش تقاضا، میزان گرایش مشتریان به کتاب چاپی، هزینه‌های تولید انواع کتاب‌ها و تأثیر آنها بر مقادیر بهینه قیمت‌ها، تقاضاها و سود نهایی کانال‌های مختلف انجام شده است. نتایج حاصل برای زنجیره تأمین متمرکز در حالت تقاضای ثابت نشان می‌دهد اگر ضریب تمایل مشتریان به کتاب چاپی بزرگ‌تر از ۰/۵ باشد، قیمت کتاب چاپی بیشتر از قیمت بهینه فروش کتاب الکترونیک خواهد بود. در زنجیره تأمین غیرمتمرکز، قیمت‌گذاری براساس تعادل استکلبرگ برای مدل‌های پایه-پیرو انجام شده است. در تقاضای ثابت، قیمت عمده‌فروشی کتاب‌های چاپی در مدل‌های غیرمتمرکز با قیمت فروش نهایی آنها در حالت متمرکز برابر است؛ ولی قیمت فروش نهایی کتاب چاپی در مدل غیرمتمرکز بیشتر از حالت متمرکز است و قیمت فروش کتاب الکترونیک در مدل‌های متمرکز و غیرمتمرکز با هم تفاوتی ندارد. براساس نتایج، در حالت تقاضای ثابت، یا کتاب الکترونیک نباید به بازار ارائه شود یا اینکه در همان ابتدا هم‌زمان با نسخه چاپی منتشر می‌شود؛ ولی در حالت تقاضای کاهشی، کتاب الکترونیک در هر زمانی از دوره عمر محصول انتشار می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین، قیمت‌گذاری، کتاب الکترونیک، کتاب چاپی، ناشر

مقدمه

تعداد کالاهای محدودی وجود دارند که بهره‌گیری و استفاده از آنها علاوه بر سودمند بودن برای تولیدکننده و مصرف‌کننده، برای کل جامعه نیز مفید است. کتاب از جمله کالاهای فرهنگی است که خرید و مطالعه آن نه تنها خود فرد بلکه اطرافیان و کل جامعه را متأثر می‌کند. فرایند تولید، خرید و مطالعه کتاب بسیار پیچیده است و در بازار نشر از عوامل چندگانه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، مذهبی و ... تأثیر می‌گیرد؛ اما با توجه به اینکه این کالای فرهنگی بسیاری از ویژگی‌های کالاهای عمومی را دارد، می‌توان با در نظر گرفتن قوانین کلی زنجیره تأمین در کنار شرایط و ویژگی‌های منحصر به فرد این کالای اطلاعاتی، از یک سو فرایند تولید و دسترس‌پذیرکردن آن را بهینه‌تر ساخت و از سوی دیگر به حداکثر سود دست یافت. در زنجیره تأمین کتاب، افراد، سازمان‌ها و گروه‌های مختلفی شرکت دارند. این زنجیره به صورت خلاصه در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱- مراحل اصلی زنجیره تأمین کتاب

علاوه بر سیاست‌های نظارتی و حمایتی دولت و اتفاقات پیش‌بینی نشده، در هریک از این مراحل، متغیرهای مختلفی تعیین‌کننده قیمت نهایی کتاب‌اند. در هر مرحله به برخی از این عوامل اشاره شده است:

- تولید اطلاعات: هزینه پژوهش، نگارش، حق مؤلف، آماده‌سازی اولیه، شهرت نویسنده و غیره
- ناشر و چاپخانه^۱: کاغذ، جوهر، لیتوگرافی، چاپ، صفحه‌آرایی، تایپ، طراحی جلد، دسترسی به شبکه‌های توزیع، هزینه توزیع، انبارداری، دآوری، ویراستاری، نمونه‌خوانی، نوع صحافی (کاغذی یا گالینگور)، تبلیغات، نوع قرارداد با تولیدکننده اطلاعات، نیروی انسانی قدرت و اعتبار ناشر و غیره.
- کتابفروشی: مکان، نیروی انسانی و غیره.
- خواننده کتاب: سلیقه مطالعاتی، اولویت‌های موضوعی، توان اقتصادی، سطح سواد و توان علمی، قیمت کالاهای مرتبط (مکمل و جایگزین) و غیره (مطلبی، ۱۳۹۰).

یکی از مسائلی که امروزه کسب و کار ناشران و تعیین قیمت نهایی و پشت جلد کتاب به وسیله آنها را به چالش کشیده است، ظهور کالای جایگزینی برای کتاب چاپی است. کالای جایگزینی که فناوری‌های نوین اطلاعاتی و ارتباطی مسبب آن بوده‌اند؛ کتاب الکترونیکی طبق تعریف واژه‌نامه ادلیس، نسخه دیجیتالی از همان کتاب چاپی است که برای مطالعه روی کامپیوترهای شخصی و کتاب‌خوان‌های الکترونیکی طراحی شده است (ریتز^۲، ۲۰۱۴). این نوع از کتاب‌ها دارای مزایایی همچون بازایی سریع و آسان در هر زمان و مکان با کمترین هزینه از طریق اینترنت، امکان ذخیره‌سازی زیاد، امکان حذف سریع، حذف بسیاری از هزینه‌های کتاب چاپی، نگران‌نبودن از تولید بیشتر یا کمتر از تقاضا و دوست‌دار محیط زیست بودن، هستند (هوا، چنگ و ونگ^۳، ۲۰۱۱).

اگر ناشری تصمیم به فعالیت در حوزه نشر الکترونیک داشته باشد، باید بداند هزینه نشر الکترونیک شامل همه سخت‌افزارها (مثلاً صفحه کلید، نمایشگر، کامپیوتر، زیرساخت‌های ارتباطی و ...) و نرم‌افزارهایی است که به‌نحوی در تولید، ذخیره، پردازش (مثلاً انواع واژه‌پردازها) و دسترسی به اطلاعات (مثلاً انواع مرورگرهای اینترنتی) نقش دارند. این هزینه‌ها به‌مراتب از هزینه‌های چاپ کتاب به‌صورت سنتی کمتر است (یانگ^۴، ۲۰۰۹) و کیفیت آنها روز به روز بیشتر می‌شود (نصراللهی، مهدی‌زاده، ۱۳۹۱). قابلیت‌های چندرسانه‌ای، شخصی‌سازی و نظایر آن ازجمله مواردی است که در کتاب‌های الکترونیک به آن اهمیت داده شده است و هزینه دارد. شاید به نظر برسد هزینه تمام‌شده کتاب الکترونیک بیشتر از کتاب چاپی است، اما باید دقت کرد هزینه تولید تعداد بی‌نهایت کتاب الکترونیک نسبت به تولید بی‌نهایت کتاب چاپی متفاوت است (فهیمی‌فر، حیدری، ۱۳۹۳)؛ زیرا تهیه کتاب الکترونیکی هزینه ثابتی دارد که یک‌بار پرداخت می‌شود؛ ولی برای تولید هر کتاب چاپی هزینه‌های ثابت تنها مربوط به تهیه محتوای آن است و هزینه‌های کاغذ و چاپ و ... تکرار می‌شود. آپتارا^۵ (۲۰۱۰) بیان می‌کند که به‌علت مقرون به صرفه بودن برون‌دادهای الکترونیکی، امروزه ناشران برای کسب بیشترین سود در بازار سریعاً درحال رشد کتاب الکترونیکی درحال رقابت شدید هستند. چرخه کاری دیجیتالی که به‌صورت بهینه طراحی شده باشد، باعث سودآوربودن هر کتاب الکترونیکی و وابسته‌نبودن ناشران به کتاب‌فروشان می‌شود.

همچنین مسلم است قالب الکترونیکی کتاب نیاز به کانال توزیع مخصوص به‌خود دارد که از کتاب چاپی متفاوت است و می‌تواند ازطریق شبکه‌های ارتباطی و اینترنت، توزیع مستقیماً و بی‌واسطه ازطریق خود ناشر انجام شود؛ بنابراین زنجیره تأمین برای این گروه از ناشران با حذف کتاب‌فروشی از شکل ۱، متصور است. برخی ناشران کتاب‌های الکترونیکی را به‌صورت رایگان و برخی با پرداخت هزینه در دسترس قرار می‌دهند. در شرایط پرداخت هزینه نیز می‌توان سه حالت را در نظر داشت: خرید، اشتراک یا اجاره‌ای (واسیلیو، هارتلی، راولی^۶، ۲۰۰۸). نمونه‌های مختلف خرید کتاب الکترونیک به‌شکل‌های زیر رخ می‌دهد:

- خرید یک‌بار، یک عنوان برای حق دسترسی دائمی

- خرید یک عنوان با حق دسترسی سالانه با پرداخت هزینه (اسنوهیل^۷، ۲۰۰۱).

درباره صنعت نشر در ایران باید گفت قیمت‌گذاری کتاب در حال حاضر در ایران به شکل نامعقولی انجام می‌شود (خلعت‌بری، ۱۳۹۳). به‌علاوه نشر الکترونیک در ایران با مشکلاتی همچون نبود استاندارد قالب، امکان استفاده از عناوین مجازی به‌وسیله نویسندگان، نبود استاندارد داوری علمی، ادبی و اخلاقی، حقوق مادی و فکری مؤلفان و پدیدآورندگان، مشکلات دسترسی به اینترنت، مسائل مربوط به بازیابی اطلاعات، چالش‌های اعتبارسنجی و اعتمادسازی (مهدی‌زاده، ۱۳۹۱)، تمایل به استفاده از نسخه رایگان و بهره‌برداری‌های غیرقانونی مواجه است که موجب شده است استفاده از کتاب‌های الکترونیکی در ایران کالایی نشود و در این‌باره بازاری وجود نداشته باشد (توکل، بنی‌جمالی، ۱۳۹۳). به‌علاوه ناشران الکترونیکی در ایران باید مطلع باشند توجه بیشتر استفاده‌کنندگان کتاب الکترونیکی در ایران به کتب الکترونیک مصور و صوتی در مقابل کتاب‌های وبی، (رسولی، آمون، پنجمعلی اصل و همکاران، ۱۳۹۲) و تخصصی و دانشگاهی (توکل، بنی‌جمالی، ۱۳۹۳) بوده است. با وجود تمامی مشکلات بیان‌شده، با گرانی کاغذ و هزینه تمام‌شده زیاد نشر کاغذی، حضور نسلی آشنا با فناوری‌های نوین و افزایش تمایل استفاده آنها از فناوری‌های روز در امور مختلف زندگی، بی‌شک بازار کتاب ایران دیر یا زود شاهد حضور هرچه

بیشتر ناشران در عرصه نشر الکترونیکی خواهد بود (فهیمی فر، حیدری، ۱۳۹۳). این آینده گریزناپذیر است؛ زیرا آمارهای جهانی نشان می‌دهد تقاضا برای کتاب الکترونیک رو به افزایش است (ویشنبارت^۸، ۲۰۱۶)؛ برای مثال آمازون در سال ۲۰۱۱ به‌ازای هر ۱۰۰ کتاب چاپی، ۱۰۵ کتاب الکترونیک در آمریکا فروخته است (گابت^۹، ۲۰۱۱) و براساس آمارهای هفته‌نامه ناشران^{۱۰}، فروش کتاب چاپی در نیمه نخست سال ۲۰۱۱ در مقایسه با همین زمان در سال ۲۰۱۰، ده درصد (به‌دلیل فروش کتاب الکترونیکی در آمریکا) کاهش داشته است (ویشنبارت، ۲۰۱۳)؛ بنابراین منطقی است که ناشران، بخش الکترونیک را به فعالیت‌های چاپی رایج خود بیفزایند. اما ناشری که بخواهد از هر دو کانال برای فروش کتاب چاپی و الکترونیک خود بهره‌برد باید بداند که باتوجه‌به میزان تقاضاها برای هر کانال بهترین فرصت استفاده از هر کدام چه زمانی است تا بتواند به بیشترین سود دست یابد. از آنجایی که استفاده از کانال کتاب‌فروشی به دو شکل متمرکز و غیرمتمرکز انجام می‌شود و میزان تقاضا و قیمت کتاب در هر کانال بر کانال دیگر نیز تأثیر می‌گذارد، بررسی شرایط و تصمیم‌گیری درباره زمان استفاده از هر کانال و نحوه قیمت‌گذاری کتاب (براساس هزینه‌های تولید هر نوع از کتاب) برای دستیابی به بیشترین سود، قدری پیچیده می‌شود. باین‌حال اطلاع از متغیرهای اصلی تصمیم‌گیری و نحوه مدیریت این زنجیره تأمین برای تمامی ناشران به‌خصوص ناشران ایرانی (که دارای سازوکار دقیقی در قیمت‌گذاری نیستند) ضروری است.

در این پژوهش زنجیره تأمین دوکاناله کتاب به‌صورت دو دوره‌ای مدل‌سازی و در دو حالت متمرکز و غیرمتمرکز بررسی شده است. تابع تقاضا در دو حالت ثابت و کاهشی در نظر گرفته شده است. در دوره نخست تنها کتاب چاپی فروخته می‌شود؛ ولی در دوره دوم امکان فروش کتاب الکترونیک نیز وجود دارد. اهداف اصلی این پژوهش شامل (۱) تعیین قیمت‌های بهینه عمده‌فروشی و نهایی کتاب‌های چاپی در دوره‌های نخست و دوم؛ (۲) بررسی اقتصادی بودن فروش کتاب الکترونیک و قیمت‌گذاری آن؛ (۳) مقایسه سود نهایی ناشر، کتاب‌فروشی و زنجیره تأمین در حالت متمرکز و غیرمتمرکز؛ (۴) تعیین مقادیر بهینه تقاضا در کانال‌های مختلف و مقایسه آنها با هم، می‌شود. در این پژوهش تحلیل حساسیت جامعی روی پارامترهای زنجیره تأمین و تأثیر آنها بر مقادیر بهینه قیمت‌ها، تقاضاها و سود نهایی کانال‌های مختلف انجام می‌شود. شایان ذکر است در این پژوهش کتاب الکترونیکی تنها برای فروش و به‌شکلی در نظر گرفته شده است که ناشر درقبال دریافت هزینه، حق دسترسی دائمی و فایل کامل کتاب را در اختیار خریدار قرار می‌دهد.

پیشینه پژوهش

فناوری‌ها به تسریع روند اثربخش زنجیره تأمین کمک کرده‌اند؛ ولی ترتیب و توالی ارتباطات اعضا را چندان تغییر نداده‌اند؛ برای مثال هو، وانگ و چنگ^{۱۱} (۲۰۱۱) بیان کردند که فناوری باعث شده است تولیدات ناشران به‌شکل مجازی‌تری دربیایند و نقش‌های نویسندگان، ناشران، مشتریان، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشان به یک سیستم احتمالی تبدیل شود؛ زیرا هر کسی می‌تواند در محیط الکترونیکی نقش‌های متفاوتی داشته باشد؛ برای مثال یک مشتری خود تبدیل به یک نویسنده یا ناشر شود. اما به نظر می‌رسد باتوجه‌به نقش درحال رشد و تأثیرگذار کتاب الکترونیکی در بازار کتاب، بسیاری از پژوهشگران در پژوهش‌های خود به رقابت و مقایسه بازارها و کانال‌های کتاب چاپی و الکترونیکی توجه داشته‌اند. ماکزیم و ماکزیم^{۱۲} (۲۰۱۲) بیان کردند نویسندگان، ناشران و

توزیع‌کنندگان کتاب نیاز دارند تا استراتژی‌های تجاری خود را برای محیط جدید تغییر دهند و درباره مفهوم کتاب و به‌کارگیری شیوه‌های نوین قیمت‌گذاری بازنگری کنند؛ زیرا خریداران کمتری جذب کتاب‌فروشی‌های رایج شده‌اند و ابزارهای جایگزینی برای ارتقای محصولات لازم است.

ظهور کتاب الکترونیک باعث شده است ناشران روی کانال‌های توزیع خود برای عناوین جدید بازنگری کنند؛ به همین دلیل هوا، چنگ و ونگ (۲۰۱۱) حالت‌هایی را بررسی کرده‌اند که یک ناشر فقط یک کتاب چاپی، فقط یک کتاب الکترونیکی یا هر دو را هم‌زمان به فروش می‌رساند و تأثیر پذیرش کتاب الکترونیک از طریق خوانندگان و قیمت عمده‌فروشی کتاب الکترونیک را در کانال توزیع مطالعه کرده‌اند. یافته‌های آنها نشان داد که تنها اگر قیمت عمده‌فروشی کتاب چاپی زیاد باشد و پذیرش خوانندگان نسبت به کتاب الکترونیکی کم باشد، ناشر تنها باید کتاب چاپی بفروشد؛ در غیر این صورت باید کتاب الکترونیکی بفروشد، حتی اگر خوانندگان تمایل چندانی به کتاب الکترونیکی نشان ندهند. جیانگ و کاتسماکاس^{۱۳} (۲۰۱۰) نیز معتقدند فناوری کتاب الکترونیک روی استراتژی‌های بازار کتاب و در نهایت فروشندگان، ناشران و مشتریان تأثیر داشته است. آنها با استفاده از نظریه بازی، نقش فروشندگان کتاب الکترونیکی را بر تعاملات رقابتی و متغیرهای فروشندگان در بازار واقعی کتاب، ترجیحات مشتریان برای کتاب الکترونیک و صاحبان فروشگاه‌های کتاب الکترونیک را در زنجیره تأمین بررسی کرده‌اند.

قیمت‌گذاری زنجیره تأمین کتاب در قالب‌های مختلف، به شکل‌های گوناگونی انجام می‌شود. دنتاس، تابویی، زاکور^{۱۴} (۲۰۱۴) زنجیره تأمین را در دو حالت مختلف بررسی کرده‌اند که در آن دو فرمت چاپی و الکترونیکی کتاب فروخته می‌شود. در حالت نخست ناشر قیمت عمده‌فروشی را برای هر دو فرمت انتخاب می‌کند و خرده‌فروش با قیمتی می‌فروشد که خود تعیین کرده است. در حالت دوم برای کتاب الکترونیکی قرارداد اشتراک درآمد استفاده، برای کتاب چاپی از قرارداد قیمت عمده‌فروشی پیروی و فرایند قیمت‌گذاری در هر دو بررسی شده است. لی، لین، زو و اسواین^{۱۵} (۲۰۱۵) بهترین شیوه قیمت‌گذاری کتاب الکترونیک را در قراردادهای مختلف مرتبط با حق مؤلف (مدل خرید و دریافت حق امتیاز)^{۱۶} در کانال‌های دوگانه بررسی کرده‌اند. آنها راهبردهای بهینه‌ای برای زمان راه‌اندازی زنجیره تأمین کتاب الکترونیک و تعیین قیمت برای آن پیشنهاد دادند. نتایج نشان داد به‌طور هم‌زمان و با تأخیر زمانی، قیمت کتاب چاپی عمده‌فروش در مدل دریافت حق امتیاز نسبت به مدل دیگر بیشتر است. رائو، تریپاتی و کومار^{۱۷} (۲۰۱۶) قیمت کتاب‌های مشابه چاپی و الکترونیک دانشگاهی را در یکی از دانشگاه‌های هند بررسی کرده‌اند. آنها دریافتند قیمت کتاب‌های چاپی از معادل الکترونیک آنها کمتر است و تنها ۵۷/۷ درصد آنها دارای معادل الکترونیک هستند. همچنین درحالی‌که ناشران تجاری بیش از انتشارات دانشگاهی دارای کتاب بودند، تفاوت بین قیمت کتاب‌های چاپی و الکترونیک آنها نسبت به ناشران دانشگاهی بسیار کمتر بود.

واگنر، اشمیت، شافر، گور و همکاران^{۱۸} (۲۰۱۴) مدلی مبتنی بر عامل^{۱۹} را با هدف برقراری تعادل بین عرضه و تقاضا و تعیین سفارشات کتاب پیشنهاد دادند. آنها دامنه‌هایی از مقادیر پارامترها (که به‌ازای آنها معادلات تعادل قیمت‌گذاری به‌صورت پایدار باقی می‌مانند) را تعیین کردند.

محسنی و آزادی (۱۳۹۱) نحوه قیمت‌گذاری کتاب را براساس سه فرایند اصلی نشر یعنی پیش از چاپ، چاپ و پس از چاپ بررسی و هزینه هر فعالیت خاص را براساس هزینه ثابت و متغیر تعیین کرده‌اند. درپایان هزینه یک

کتاب فرضی محاسبه و قیمت پشت جلد آن تعیین شد. هنرمندسازی (۱۳۹۱) نیز در مقاله خود، پس از ارائه تعاریف گوناگون زنجیره تأمین و عوامل مؤثر در زنجیره تأمین کتاب، رابطه میان تأمین کنندگان، شرکت، مشتریان و زنجیره ارزش در شرکت‌های انتشاراتی را مطالعه و بررسی کرده است. این دو پژوهش در ایران به صورت نظری و کتابخانه‌ای انجام شده‌اند؛ ولی در دو پژوهش دیگر نشر الکترونیکی و زنجیره تأمین کتاب به صورت پیمایشی بررسی شده است. فهیمی فر و حیدری (۱۳۹۳) دریافتند که ناشران، نیاز مخاطب را مهم‌ترین دلیل ورود خود به عرصه نشر کتاب الکترونیک می‌دانند؛ بنابراین با توجه به اینکه تقاضا نسبت به کتاب الکترونیک وجود دارد، تنها باید سلاقی و علایق افراد در حوزه‌های موضوعی شناسایی شود. آنان بیان کردند که عوامل مؤثر بر برآورد هزینه کتاب الکترونیک تقریباً مشابه با کتاب چاپی است، با این تفاوت که برخی عوامل نظیر هزینه‌های انبارداری، هزینه جلد‌های کاغذی و گالینگور به هزینه‌هایی نظیر تولید بانک اطلاعاتی و هزینه تبدیل فرمت‌ها و نظایر آن تغییر یافته است. با این وجود هزینه تولید محتوای پویا نظیر انیمیشن و تصاویر متحرک و قابلیت‌هایی نظیر جستجو بر کتاب الکترونیک افزوده شده است.

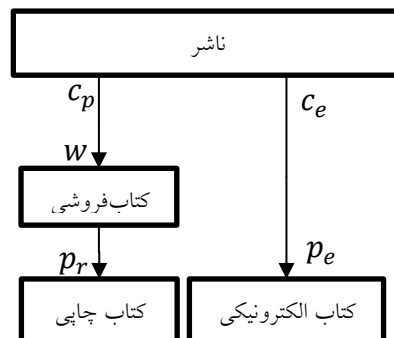
حریری و اسماعیلی گلسفید (۱۳۹۴) با استفاده از سه پرسش‌نامه مدیریت ارتباط با مشتری، مدیریت زنجیره تأمین داخلی (رابطه ناشران با بخش سفارش کتابخانه‌ها) و مدیریت روابط با تأمین کنندگان منابع اطلاعاتی کتابخانه، فرایندهای اصلی مدیریت زنجیره تأمین کتاب‌های فارسی را در کتابخانه‌های دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران بررسی کرده‌اند. نتایج پژوهش نشان داد که مهم‌ترین موانع و مشکلات یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین از دیدگاه مسئولان بخش سفارش کتابخانه‌ها، تمرکز بر خرید منابع اطلاعاتی از طریق نمایشگاه‌های کتاب و از دیدگاه ناشران، نداشتن ارتباط با کتابخانه، موانع ارتباطی و پستی با کتابخانه و تأخیر در اطلاع‌رسانی به موقع از آخرین انتشارات به کتابخانه‌ها بوده است.

همان‌طور که از پیشینه‌ها مشخص است، در خارج از کشور بیشتر از پژوهش‌های داخلی مسئله زنجیره تأمین کتاب بررسی و متغیرهای متفاوتی همچون نوع قرارداد یا موقعیت‌های عمده فروش و کتاب‌فروشی در نظر گرفته شده است؛ ولی در ایران این مقوله یا به صورت مروری در نظر گرفته شده و یا تنها نقش و مشکلات ناشران در زنجیره تأمین یا قیمت‌گذاری با استفاده از پرسشنامه بررسی شده است. به همین دلیل انجام پژوهشی لازم است زنجیره کتاب چاپی و الکترونیک را در دو کانال و به شکل متمرکز و غیرمتمرکز بررسی کند. از جمله نوآوری‌های پژوهش حاضر، تصمیم‌گیری درباره عرضه کتاب الکترونیک، قیمت‌گذاری آن به صورت هم‌زمان و امکان تغییر در قیمت کتاب‌های چاپی در هنگام معرفی نسخه الکترونیک آنها به بازار است.

بیان مسئله

در این مقاله مسئله زنجیره تأمین سه سطحی شامل ناشر، کتاب‌فروشی و مشتری نهایی در صنعت نشر و توزیع کتاب در نظر گرفته شده است. ناشر می‌تواند هر کتاب را به صورت چاپی و یا الکترونیکی به بازار ارائه کند. هزینه تولید هر واحد کتاب چاپی و الکترونیک برای ناشر به ترتیب برابر با c_p و c_e است. ناشر کتاب‌های چاپی را با قیمت عمده‌فروشی به کتاب‌فروشی می‌دهد و مشتری کتاب چاپی را با قیمت نهایی فروش از کتاب‌فروشی تهیه می‌کند. کتاب‌های الکترونیک با قیمت نهایی p_e به دست مشتری می‌رسد.

مسئله به صورت دودوره‌ای در نظر گرفته می‌شود؛ بدین معنی که در ابتدای معرفی کتاب به بازار، ناشر تنها کتاب چاپی را با قیمت عمده فروشی w_1 توزیع می‌کند و کتاب‌فروشی نیز قیمت فروش را برابر با p_{r1} تعیین می‌کند. پس از طی شدن نسبت $0 \leq \theta \leq 1$ از دوره عمر محصول، ناشر تصمیم می‌گیرد تا در دوره دوم قیمت عمده‌فروشی را به w_2 تغییر دهد و به صورت هم‌زمان نسخه الکترونیک کتاب را با قیمت p_e وارد بازار کند. قیمت فروش نهایی کتاب به وسیله کتاب‌فروشی در دوره دوم با نماد p_{r2} نمایش داده می‌شود. شکل ۲ تصویر کلی از زنجیره تأمین در حال بررسی است و کانال‌های مختلف توزیع را در آن نمایش می‌دهد.



شکل ۲- نمای کلی از زنجیره تأمین دوکاناله در حال بررسی

تابع تقاضای مسئله در دو حالت ثابت و کاهشی تعریف می‌شود. در تقاضای ثابت، با فرض ثابت بودن قیمت فروش کتاب‌ها در طی زمان، تقاضای آنها نیز ثابت در نظر گرفته می‌شود؛ ولی در حالت تقاضای کاهشی حتی اگر قیمت فروش هم ثابت نگه داشته شود، میزان تقاضا برای کتاب‌های چاپی و الکترونیک در طی زمان کاهش می‌یابد.

مدل‌سازی مسئله

فرض کنید D_{r1} و D_{r2} نشان‌دهنده تقاضای مشتریان برای کتاب چاپی در دوره نخست و دوم و D_e نشان دهنده تقاضا برای کتاب الکترونیک باشد. پارامتر D مشخص‌کننده سطح تقاضای پایه یا همان اندازه بازار است. هنگامی که قیمت کالا مجانی باشد، فرض کنید پارامتر $0 < \alpha < 1$ درجه وفاداری مشتریان به کتاب چاپی را نشان دهد؛ بنابراین $1 - \alpha$ درصد از خریداران یک کتاب به صورت بالقوه به سراغ کتاب‌های الکترونیک می‌روند. پارامتر b_1 ضریب کشش قیمتی برای D_r و D_e است. ضریب حساسیت b_2 نشان می‌دهد قیمت محصولات از یک کانال چه تأثیری روی میزان تقاضای کانال دیگر دارد. در این پژوهش $b_1 > b_2$ فرض می‌شود؛ یعنی تأثیر قیمت فروش بر تقاضای یک کانال بیشتر از تأثیر متقابل کانال‌ها بر میزان تقاضای یکدیگر است. همچنین فرض می‌شود قیمت‌های عمده‌فروشی کمتر از قیمت نهایی کتاب‌ها و بیشتر از هزینه چاپ آنها است؛ یعنی روابط زیر در زنجیره تأمین دوکاناله برقرار است.

$$c_p < w_1 < p_{r1} \quad (۱)$$

$$c_p < w_2 < p_{r2} \quad (۲)$$

$$c_e < p_e \quad (۳)$$

مدل زنجیره تأمین درحالت متمرکز و تقاضای ثابت

در این مدل، ناشر و کتابفروشی به صورت هم زمان قیمت گذاری را انجام می دهند و تلاش می کنند تا مجموع سود حاصل از فروش برای هردوی آنها حداکثر شود. کاربرد این مدل هنگامی است که کتابفروشی متعلق به ناشر باشد (مانند مراکز پخش انحصاری ناشران).

توابع تقاضای خطی براساس مقالات دایی، چائو، فانگ و همکاران^{۲۰} (۲۰۰۵)، یائو و لیو^{۲۱} (۲۰۰۵)، کوراتا، یائو و لیو^{۲۲} (۲۰۰۷)، یائو، یو و لیو^{۲۳} (۲۰۰۸) و چنگ، فنگ و ونا^{۲۴} (۲۰۱۳) به صورت روابط (۴) تا (۶) تعریف می شوند. مشاهده می شود که در دوره نخست، یعنی بازه زمانی صفر تا θ فروش تنها از طریق کتابفروشی انجام می شود و تقاضای کل در رابطه (۴) لحاظ شده است. همچنین در این رابطه، کشش متقابل کانال ها روی هم وجود ندارد. براساس روابط (۷) و (۸) سود نهایی کتابفروشی از فروش کتاب های چاپی (π_r) در دوره های نخست و دوم محاسبه می شود. از طرفی سود نهایی ناشر (π_p) با مجموع سود حاصل از فروش کتاب های چاپی در هر دو دوره به علاوه سود فروش کتاب الکترونیک در دوره دوم برابر است. در مدل متمرکز سود نهایی زنجیره تأمین (π_t) به صورت مجموع سودهای نهایی کتابفروشی و ناشر تعریف می شود. برای حداکثر کردن تابع π_t ابتدا باید مقعربودن آن اثبات شود. (مطابق لم ۱)

$$D_{r_1} = D - b_1 \cdot p_{r_1} \quad (4)$$

$$D_{r_2} = \alpha \cdot D - b_1 \cdot p_{r_2} + b_2 \cdot p_e \quad (5)$$

$$D_e = (1 - \alpha)D - b_1 \cdot p_e + b_2 \cdot p_{r_2} \quad (6)$$

$$\pi_r = \theta(p_{r_1} - w_1)D_{r_1} + (1 - \theta)(p_{r_2} - w_2)D_{r_2} \quad (7)$$

$$\pi_p = \theta(w_1 - c_p)D_{r_1} + (1 - \theta)(w_2 - c_p)D_{r_2} + (1 - \theta)(p_e - c_e)D_e \quad (8)$$

$$\pi_t = \pi_r + \pi_p \quad (9)$$

لم ۱: سود نهایی زنجیره تأمین درحالت متمرکز و تقاضای ثابت نسبت به متغیرهای P_{r_1} ، P_{r_2} و P_e به صورت هم زمان یک تابع مقعر است.

اثبات: با محاسبه ماتریس هسین تابع π_t نسبت به متغیرهای P_{r_1} ، P_{r_2} و P_e ، رابطه زیر برقرار است.

$$Hessian(\pi_t, [p_{r_1}, p_{r_2}, p_e]) = \begin{bmatrix} -2b_1\theta & 0 & 0 \\ 0 & 2b_1(\theta - 1) & -2b_2(\theta - 1) \\ 0 & -2b_2(\theta - 1) & 2b_1(\theta - 1) \end{bmatrix}$$

و با محاسبه دترمینان برای زیرماتریس های این ماتریس هسین، مقعربودن آن اثبات می شود؛ بنابراین:

$$\begin{aligned} & |-2b_1\theta| < 0 \\ & \begin{vmatrix} -2b_1\theta & 0 \\ 0 & 2b_1(\theta - 1) \end{vmatrix} = -4b_1^2 \cdot \theta(\theta - 1) > 0 \\ & \begin{vmatrix} -2b_1\theta & 0 & 0 \\ 0 & 2b_1(\theta - 1) & -2b_2(\theta - 1) \\ 0 & -2b_2(\theta - 1) & 2b_1(\theta - 1) \end{vmatrix} = -8b_1\theta(\theta - 1)^2(b_1^2 - b_2^2) < 0 \end{aligned}$$

به‌سادگی می‌توان نشان داد تابع π_t نسبت به تمام متغیرهای خود به‌صورت هم‌زمان مقعر نیست و نمی‌توان مقادیر بهینه تمام متغیرهای مسئله را در یک مرحله با استفاده از مشتق‌گیری مرتبه اول به دست آورد؛ ولی لم ۱ مشخص می‌کند تابع π_t به‌ازای یک مقدار ثابت از θ مقادیر بهینه منحصر به فردی از متغیرهای p_e ، p_{r_1} و p_{r_2} دارد؛ در نتیجه بهینه‌سازی π_t در دو مرحله انجام می‌شود. بدین ترتیب که ابتدا با ثابت فرض کردن متغیر θ مقادیر بهینه برای سه متغیر دیگر محاسبه، سپس آن مقادیر بهینه در تابع π_t جایگذاری می‌شود و مقدار بهینه متغیر θ با مشتق‌گیری به دست می‌آید.

قضیه ۱: به‌ازای یک مقدار مشخص برای θ مقادیر بهینه قیمت‌ها برای کتاب‌های چاپی و الکترونیک به‌صورت روابط (۱۰) تا (۱۲) هستند. سود نهایی زنجیره تأمین نیز پس از خلاصه‌سازی به‌صورت تابعی از متغیر θ در رابطه (۱۳) آمده است.

$$p_{r_1}^* = \frac{c_p}{2} + \frac{D}{2b_1} \quad (10)$$

$$p_{r_2}^* = \frac{c_p}{2} + \frac{\alpha \cdot b_1 + (1 - \alpha)b_2}{2(b_1^2 - b_2^2)} D \quad (11)$$

$$p_e^* = \frac{c_e}{2} + \frac{(1 - \alpha)b_1 + \alpha b_2}{2(b_1^2 - b_2^2)} D \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \pi_t^*(\theta) = & \frac{b_1}{4} (c_e^2 + c_p^2) + \frac{c_e \cdot D}{2} (\theta + \alpha - \alpha \cdot \theta - 1) + \frac{c_p \cdot D}{2} (\alpha \cdot \theta - \theta - \alpha) \\ & + \frac{c_p \cdot c_e \cdot b_2}{2} (\theta - 1) + \frac{\theta}{4} \left(\frac{D^2}{b_1} - b_1 \cdot c_e^2 \right) \\ & - \frac{D^2(\theta - 1)}{8} \left(\frac{1}{b_1 - b_2} + \frac{(2\alpha - 1)^2}{b_1 + b_2} \right) \end{aligned} \quad (13)$$

اثبات: مشتقات جزئی مرتبه اول از تابع π_t نسبت به متغیرهای p_{r_1} ، p_{r_2} و p_e گرفته شده است و برابر با صفر قرار داده می‌شود. با حل دستگاه معادلات سه‌معادله و سه‌مجهول نتایج حاصل از قضیه ۱ به دست می‌آید. با جایگذاری مقادیر بهینه قیمت‌ها در روابط (۴) تا (۶)، تقاضاهای بهینه در زنجیره تأمین در حالت متمرکز و تقاضای ثابت به‌صورت زیر به دست می‌آید.

$$D_{r_1}^* = \frac{-b_1 \cdot C_p + D}{2} \quad (14)$$

$$D_{r_2}^* = \frac{b_2 \cdot C_e - b_1 \cdot C_p + \alpha \cdot D}{2} \quad (15)$$

$$D_e^* = \frac{b_2 \cdot C_p - b_1 \cdot C_e + (1 - \alpha)D}{2} \quad (16)$$

برای محاسبه مقادیر بهینه π_p^* و π_r^* باید مقادیر p_e^* ، $p_{r_1}^*$ و $p_{r_2}^*$ را در روابط (۷) و (۸) جایگذاری کرد. در این مدل، مجموع سود نهایی مستقل از قیمت‌های عمده‌فروشی w_1^* و w_2^* است و می‌توان قیمت‌های عمده‌فروشی را برابر با هر مقدار دلخواه (که در روابط (۱) و (۲) صدق کند) در نظر گرفت.

یکی از نکات مهم در قیمت‌گذاری زنجیره تأمین دوکاناله در حالت دودوره‌ای، مقایسه قیمت‌های بهینه فروش کتاب چاپی در دوره‌های نخست و دوم و مقایسه قیمت کتاب چاپی و الکترونیک در دوره دوم است. بدین منظور قضایای زیر استفاده می‌شود.

قضیه ۲: در زنجیره تأمین دوکاناله درحالت متمرکز و تقاضای ثابت، اگر $b_2^2 > b_1(b_1 - b_2)$ باشد آنگاه همواره قیمت کتاب چاپی در دوره نخست بیشتر از قیمت آن در دوره دوم است؛ در غیر این صورت به ازای $\alpha < 1 - \frac{b_2^2}{b_1(b_1 - b_2)}$ قیمت کتاب چاپی در دوره نخست بیشتر از قیمت آن در دوره دوم خواهد بود و برعکس.

اثبات: باتوجه به $\frac{\partial p_{r1}^*}{\partial \alpha} = 0$ و رابطه $\frac{\partial p_{r2}^*}{\partial \alpha} = \frac{D}{2(b_1 + b_2)} > 0$ ، همچنین براساس رابطه (۱۷) مشتق $p_{r1}^* - p_{r2}^*$ نسبت به متغیر α اکیداً منفی است.

$$\frac{\partial(p_{r1}^* - p_{r2}^*)}{\partial \alpha} = -\frac{D}{2(b_1 + b_2)} < 0 \quad (۱۷)$$

ریشه معادله $p_{r1}^* - p_{r2}^* = 0$ نسبت به α محاسبه می شود که برابر با $\hat{\alpha} = 1 - \frac{b_2^2}{b_1(b_1 - b_2)}$ به دست خواهد آمد. باتوجه به فرض اولیه $b_1 > b_2$ مشخص است که همواره $\hat{\alpha} < 1$ است و در صورتی که $\hat{\alpha} < 0$ باشد آنگاه هیچ ریشه موثری در بازه $[0, 1]$ برای معادله $p_{r1}^* - p_{r2}^* = 0$ وجود ندارد؛ در نتیجه همواره $p_{r1}^* > p_{r2}^*$ است.

قضیه ۳: در زنجیره تأمین دوکاناله درحالت متمرکز و تقاضای ثابت اگر $\alpha > 0.5$ باشد، همواره قیمت کتاب چاپی در دوره دوم بیشتر از قیمت فروش کتاب الکترونیک است.

اثبات: با محاسبه اختلاف قیمت کتاب چاپی در دوره دوم و کتاب الکترونیک روابط زیر برقرار است.

$$p_{r2}^* - p_e^* = \frac{C_p - C_e}{2} + \frac{(2\alpha - 1)D}{2(b_1 + b_2)} \quad (۱۸)$$

باتوجه به فرض اولیه مسئله $C_p > C_e$ و رابطه (۱۸) صحت قضیه اثبات می شود.

البته مشخص است، در اکثر سیستم های توزیع و فروش کتاب (حداقل در رابطه با کشور ایران)، گرایش مشتریان به خرید کتاب چاپی نسبت به کتاب الکترونیک بیشتر است؛ بنابراین $\alpha > 0.5$ است و براساس قضیه ۳ باید قیمت کتاب چاپی بیشتر از کتاب الکترونیک تعیین شود. در ادامه یک لم معرفی می شود که براساس آن درحالت تقاضای ثابت فقط یکی از دوره های نخست یا دوم درحالت بهینه برای فروش کتاب ها اتفاق می افتد؛ یعنی درحالت بهینه یا در تمام طول دوره فروش کتاب، تنها کتاب چاپی به قیمت نهایی p_{r1}^* به فروش می رسد یا اینکه در طول دوره عمر محصول، نسخه های چاپی و الکترونیک کتاب به صورت هم زمان و با قیمت های p_{r2}^* و p_e^* فروخته می شوند.

لم ۲: برای زنجیره تأمین درحالت متمرکز و تقاضای ثابت در جواب بهینه متغیر θ یکی از مقادیر صفر یا یک را دارد.

اثبات: با مشتق گیری از تابع (۱۳) از قضیه ۱ نسبت به متغیر θ مشاهده می شود این تابع اکیداً یکنوا است و نقطه حداکثر آن در یکی از نقاط انتهایی اتفاق می افتد؛ بنابراین باتوجه به فرض اولیه مدل (که $0 \leq \theta \leq 1$ تعریف شده است) می توان درستی لم را ملاحظه کرد.

براساس لم ۲ در زنجیره تأمین متمرکز درحالت تقاضای ثابت همواره یکی از حالت‌های زیر اتفاق می‌افتد. (۱) $\theta = 0$ است؛ یعنی از همان ابتدای معرفی کتاب به بازار، کتاب چاپی با قیمت $p_{r_2}^*$ و کتاب الکترونیک با قیمت p_e^* فروخته می‌شوند و تابع سود کل به‌شکل رابطه (۱۹) ساده می‌شود؛ (۲) $\theta = 1$ ؛ در این حالت کتاب چاپی تا انتهای دوره عمر محصول با قیمت $p_{r_1}^*$ به فروش می‌رسد و ارائه کتاب الکترونیک به بازار توجیهی ندارد. سود نهایی نیز طبق رابطه (۲۰) است.

$$\pi_t^*(\theta=0) = \frac{b_1}{4}(c_e^2 + c_p^2) - \frac{(1-\alpha)c_e + \alpha \cdot c_p}{2}D - \frac{c_p \cdot c_e \cdot b_2}{2} + \frac{D^2}{8} \left(\frac{1}{b_1 - b_2} + \frac{(2\alpha - 1)^2}{b_1 + b_2} \right) \quad (19)$$

$$\pi_t^*(\theta=1) = \frac{(D - b_1 \cdot c_p)^2}{4b_1} \quad (20)$$

مدل زنجیره تأمین در حالت غیرمتمرکز و تقاضای ثابت

در این مدل، ناشر و کتاب‌فروشی هر دو تصمیمات خود را به‌صورت مستقل می‌گیرند تا سود خودشان را حداکثر کنند. ناشر با انتخاب زمان ارائه کتاب الکترونیک به بازار، تعیین قیمت آن و تنظیم کردن قیمت عمده‌فروشی کتاب چاپی تلاش می‌کند تا بیشترین سود π_p را کسب کند. کتاب‌فروشی با انتخاب قیمت فروش نهایی کتاب چاپی سودش را حداکثر می‌کند. برای حل این مدل از تعادل استکلبرگ برای بازی‌های دوبازی‌کنه استفاده می‌شود. براساس تعادل استکلبرگ، ناشر بازیکن پایه و کتاب‌فروشی بازیکن پیرو در بازی شناخته می‌شوند. برای حل این مدل ابتدا فرض می‌شود تصمیمات بازیکن پایه (ناشر) از قبل مشخص هستند و براساس آن تصمیمات بهینه برای کتاب‌فروشی محاسبه می‌شود. سپس قیمت‌های بهینه حاصل برای کتاب‌فروشی در تابع سود ناشر جایگذاری و مقادیر بهینه برای متغیرهای تصمیم ناشر محاسبه می‌شود.

قضیه ۴: در زنجیره تأمین دوکاناله درحالت غیرمتمرکز و تقاضای ثابت به‌ازای مقادیر ثابت و مشخص w_1, w_2 و p_e بهترین استراتژی قیمت‌گذاری برای کتاب‌فروشی به‌صورت روابط (۲۱) و (۲۲) است.

$$p_{r_1}^* = \frac{w_1}{2} + \frac{D}{2b_1} \quad (21)$$

$$p_{r_2}^* = \frac{w_2}{2} + \frac{\alpha \cdot D + b_2 \cdot p_e}{2b_1} \quad (22)$$

اثبات: براساس رابطه زیر مشخص است که ماتریس هسین تابع π_r نسبت به متغیرهای p_{r_1} و p_{r_2} از نوع نیمه‌معین منفی است؛ بنابراین مقادیر بهینه برای قیمت‌های فروش کتاب چاپی در دوره‌های نخست و دوم با استفاده از مشتق‌گیری و حل دستگاه معادلات دومعادله و دومجهول به دست می‌آید.

$$Hessian(\pi_r, [p_{r_1}, p_{r_2}]) = \begin{bmatrix} -2b_1\theta & 0 \\ 0 & 2b_1(\theta - 1) \end{bmatrix}$$

ملاحظه می‌شود قیمت‌های عمده‌فروشی w_1 و w_2 به ترتیب تأثیر مستقیمی روی قیمت‌های نهایی p_{r_1} و p_{r_2} دارند؛ یعنی با افزایش قیمت‌های عمده‌فروشی، کتاب‌فروشی نیز محصولات را با قیمت بیشتری به فروش می‌رساند. قیمت کتاب الکترونیک روی قیمت نهایی کتاب چاپی در دوره دوم تأثیر مستقیم دارد. این نشان می‌دهد که هرچقدر ناشر قیمت کتاب الکترونیک را افزایش دهد، در حالت بهینه، کتاب‌فروشی نیز می‌تواند افزایش قیمت داشته باشد. با جایگذاری مقادیر $p_{r_1}^*$ و $p_{r_2}^*$ در تابع π_p سود نهایی ناشر محاسبه می‌شود.

قضیه ۵: در مدل زنجیره تأمین دوکاناله در حالت غیرمتمرکز و تقاضای ثابت بهترین استراتژی قیمت‌گذاری برای ناشر در رابطه با قیمت‌های عمده‌فروشی کتاب چاپی و قیمت نهایی کتاب الکترونیک به صورت زیر است.

$$w_1^* = \frac{c_p}{2} + \frac{D}{2b_1} \quad (23)$$

$$w_2^* = \frac{c_p}{2} + \frac{\alpha \cdot b_1 + (1-\alpha)b_2}{2(b_1^2 - b_2^2)} D \quad (24)$$

$$p_e^* = \frac{c_e}{2} + \frac{\alpha \cdot b_2 + (1-\alpha)b_1}{2(b_1^2 - b_2^2)} D \quad (25)$$

اثبات: با جایگذاری مقادیر بهینه $p_{r_1}^*$ و $p_{r_2}^*$ در تابع π_p و محاسبه ماتریس هسین نشان داده می‌شود این تابع نسبت به متغیرهای w_1 و w_2 به صورت هم‌زمان مقعر است. با توجه به فرضیات مسئله مبتنی بر $0 \leq \theta \leq 1$ و $b_2 < b_1$ ، ماتریس زیر برقرار است.

$$Hessian(\pi_p, [w_1, w_2, p_e]) = \begin{bmatrix} 2(\theta-1)\left(b_1 - \frac{b_2^2}{2b_1}\right) & 0 & -b_2(\theta-1) \\ 0 & -b_1 \cdot \theta & 0 \\ -b_2(\theta-1) & 0 & b_1(\theta-1) \end{bmatrix}$$

$$\left| 2(\theta-1)\left(b_1 - \frac{b_2^2}{2b_1}\right) \right| < 0$$

$$\begin{vmatrix} 2(\theta-1)\left(b_1 - \frac{b_2^2}{2b_1}\right) & 0 \\ 0 & -b_1 \cdot \theta \end{vmatrix} = -2b_1\theta(\theta-1)\left(b_1 - \frac{b_2^2}{2b_1}\right) > 0$$

$$\begin{vmatrix} 2(\theta-1)\left(b_1 - \frac{b_2^2}{2b_1}\right) & 0 & -b_2(\theta-1) \\ 0 & -b_1 \cdot \theta & 0 \\ -b_2(\theta-1) & 0 & b_1(\theta-1) \end{vmatrix} = -2b_1(b_1^2 - b_2^2)\theta(\theta-1)^2 < 0$$

در نهایت مشتق تابع π_p نسبت به متغیرهای w_1 و w_2 برابر با صفر قرار داده و با حل دستگاه معادلات مربوطه، قضیه اثبات می‌شود.

با مقایسه قیمت‌گذاری بهینه در حالت‌های متمرکز و غیرمتمرکز برای تقاضای ثابت، نتیجه می‌شود که قیمت عمده‌فروشی کتاب چاپی در زنجیره تأمین دوکاناله غیرمتمرکز دقیقاً برابر با قیمت فروش نهایی آنها در حالت متمرکز است و قیمت فروش کتاب الکترونیک در مدل‌های متمرکز و غیرمتمرکز با هم تفاوتی ندارد؛ بنابراین نتایج زیر در رابطه با مدل زنجیره تأمین دوکاناله در حالت غیرمتمرکز مشاهده می‌شود.

نتیجه ۱: با در نظر گرفتن نکته بالا و اینکه کتاب‌فروشی نیز مطمئناً به دنبال کسب درآمد است، نتیجه می‌شود قیمت فروش نهایی کتاب چاپی در مدل غیرمتمرکز بیشتر از قیمت نهایی فروش در حالت متمرکز است.

نتیجه ۲: نتایج قضیه ۲ در مدل غیرمتمرکز برای قیمت‌های عمده‌فروشی کتاب چاپی در دوره‌های نخست و دوم صادق است؛ یعنی در مدل غیرمتمرکز اگر $b_2^2 > b_1(b_1 - b_2)$ باشد، همواره قیمت عمده‌فروشی کتاب چاپی در دوره نخست بیشتر از قیمت عمده‌فروشی آن در دوره دوم است. در غیر این صورت به ازای $\alpha < 1 - \frac{b_2^2}{b_1(b_1 - b_2)}$ قیمت عمده‌فروشی در دوره نخست بیشتر از قیمت عمده‌فروشی در دوره دوم خواهد بود و برعکس.

نتیجه ۳: نتایج قضیه ۳ در مدل غیرمتمرکز برای قیمت‌های عمده‌فروشی در دوره دوم و قیمت کتاب الکترونیک صدق می‌کند؛ یعنی در زنجیره تأمین در حالت غیرمتمرکز و تقاضای ثابت اگر $\alpha > 0.5$ باشد، آنگاه همواره قیمت عمده‌فروشی کتاب چاپی در دوره دوم بیشتر از قیمت فروش کتاب الکترونیک خواهد بود.

با جایگذاری قیمت‌های بهینه در روابط (۴) تا (۶) مقادیر تقاضا در زنجیره تأمین دوکاناله غیرمتمرکز در حالت بهینه محاسبه می‌شود.

$$D_{r1}^* = \frac{-b_1 \cdot C_p + D}{4} \quad (26)$$

$$D_{r2}^* = \frac{b_2 \cdot C_e - b_1 \cdot C_p + \alpha \cdot D}{4} \quad (27)$$

$$D_e^* = \frac{b_2 \cdot C_p - b_1 \cdot C_e + (1 - \alpha)D}{2} + \frac{b_2^2 \cdot c_e + b_2 \cdot \alpha \cdot D}{4b_1} \quad (28)$$

با مقایسه روابط (۲۶) تا (۲۸) با روابط نظیرشان در مدل متمرکز مشخص است که مقادیر تقاضا برای کتاب چاپی در حالت غیرمتمرکز دقیقاً نصف تقاضا در مدل متمرکز است؛ ولی تقاضای کتاب الکترونیک در حالت غیرمتمرکز تا حدودی از مدل متمرکز بیشتر است.

در مدل غیرمتمرکز ناشر بازیکن پایه در نظر گرفته می‌شود و تصمیم‌های مربوط به زمان و قیمت ارائه کتاب الکترونیک به بازار و قیمت‌های عمده‌فروشی کتاب‌های چاپی را بدون توجه به نظرات کتاب‌فروشی (بازیکن پیرو) اتخاذ می‌کند. با جایگذاری مقادیر بهینه w_1^* ، w_2^* و p_e^* در تابع سود ناشر، (π_p) یک تابع خطی نسبت به θ به دست می‌آید که مقدار حداکثر آن در یکی از نقاط انتهایی اتفاق می‌افتد؛ بنابراین در حالت تقاضای ثابت در مدل دوکاناله غیرمتمرکز نیز همانند مدل متمرکز در شرایط بهینه، پارامتر θ مقدار صفر و یا یک را خواهد داشت. مقادیر بهینه درآمد کتاب‌فروشی و کل زنجیره تأمین در حالتی که $\theta = 0$ باشد، مطابق روابط (۲۹) و (۳۰) به دست می‌آید.

$$\pi_r^*(\theta=0) = \frac{(D \cdot \alpha + b_2 \cdot c_e - b_1 \cdot c_p)^2}{16b_1} \quad (29)$$

$$\pi_t^*(\theta=0) = \frac{b_1}{4}(c_e^2 + c_p^2) - \frac{(1 - \alpha)c_e + \alpha \cdot c_p}{2}D - \frac{c_p \cdot c_e \cdot b_2}{2} + \frac{D^2}{8} \left(\frac{1}{b_1 - b_2} + \frac{(2\alpha - 1)^2}{b_1 + b_2} \right) - \frac{(D \cdot \alpha + b_2 \cdot c_e - b_1 \cdot c_p)^2}{16b_1} \quad (30)$$

نتیجه ۴: با مقایسه درآمدهای بهینه بالا با مدل متمرکز مشاهده می‌شود در صورتی که $\theta = 0$ باشد، درآمد کل زنجیره تأمین در مدل غیرمتمرکز به اندازه $\frac{(D \cdot \alpha + b_2 \cdot c_e - b_1 \cdot c_p)^2}{16b_1}$ واحد از درآمد کل در مدل متمرکز کمتر است. این اختلاف دقیقاً برابر با درآمد کتاب‌فروشی در مدل غیرمتمرکز است.

در صورتی که $\theta = 1$ باشد، درآمدهای بهینه برای ناشر، کتاب‌فروشی و کل زنجیره تأمین براساس روابط (۳۱) تا (۳۳) به دست می‌آید.

$$\pi_p^*(\theta=1) = \frac{(D - b_1 \cdot c_p)^2}{8b_1} \quad (31)$$

$$\pi_r^*(\theta=1) = \frac{(D - b_1 \cdot c_p)^2}{16b_1} \quad (32)$$

$$\pi_t^*(\theta=1) = \frac{3(D - b_1 \cdot c_p)^2}{16b_1} \quad (33)$$

نتیجه ۵: با مقایسه درآمدهای بهینه بالا با مدل متمرکز مشاهده می‌شود در صورتی که $\theta = 1$ باشد، درآمد کتاب‌فروشی دقیقاً نصف درآمد ناشر و سود نهایی زنجیره تأمین نیز به اندازه سود کتاب‌فروشی در مدل متمرکز کمتر است.

مدل زنجیره تأمین در حالت متمرکز و تقاضای کاهش

در این مدل، با فرض ثابت بودن قیمت فروش کتاب‌های چاپی و الکترونیک، تقاضای مشتریان در طی زمان کاهش می‌یابد؛ بدین صورت که تقاضای هر دوره نسبت به دوره قبل در ضریب $0 < \gamma < 1$ ضرب می‌شود. اگر طول عمر محصول برابر L فرض شود، میزان تقاضای کتاب‌های الکترونیک و چاپی در هر دوره t مطابق روابط (۳۴) تا (۳۶) محاسبه می‌شود. همچنین سودهای نهایی کتاب‌فروشی و ناشر نیز به صورت روابط (۳۷) و (۳۸) خواهد بود. مقادیر متغیرهای D_{r_1} ، D_{r_2} و D_e از معادلات (۴) تا (۶) به دست آمده‌اند.

$$D_{r_1}^t = D_{r_1} \cdot \gamma^{t-1} = (D - b_1 \cdot p_{r_1}) \cdot \gamma^{t-1} \quad (34)$$

$$D_{r_2}^t = D_{r_2} \cdot \gamma^{t-1} = (\alpha \cdot D - b_1 \cdot p_{r_2} + b_2 \cdot p_e) \cdot \gamma^{t-1} \quad (35)$$

$$D_e^t = D_e \cdot \gamma^{t-1} = [(1 - \alpha)D - b_1 \cdot p_e + b_2 \cdot p_{r_2}] \cdot \gamma^{t-1} \quad (36)$$

$$\pi_r = \sum_{t=1}^{\theta L} [(p_{r_1} - w_1)D_{r_1}^t] + \sum_{t=\theta L+1}^L [(p_{r_2} - w_2)D_{r_2}^t] \quad (37)$$

$$\pi_p = \sum_{t=1}^{\theta L} [(w_1 - c_p)D_{r_1}^t] + \sum_{t=\theta L+1}^L [(w_2 - c_p)D_{r_2}^t] + \sum_{t=1}^{(1-\theta)L} [(p_e - c_e)D_e^t] \quad (38)$$

با استفاده از بسط سری‌های هندسی، روابط (۳۷) و (۳۸) به فرم بسته مطابق روابط (۳۹) و (۴۰) بازنویسی می‌شوند. در زنجیره تأمین متمرکز، سود نهایی (π_t) از مجموع سود ناشر (π_p) و سود کتاب‌فروشی (π_r) به دست می‌آید.

$$\pi_r = (p_{r_1} - w_1)D_{r_1} \left(\frac{1 - \gamma^{\theta L}}{1 - \gamma} \right) + (p_{r_2} - w_2)D_{r_2} \gamma^{\theta L} \left(\frac{1 - \gamma^{(1-\theta)L}}{1 - \gamma} \right) \quad (39)$$

$$\pi_p = (w_1 - c_p)D_{r_1} \left(\frac{1 - \gamma^{\theta L}}{1 - \gamma} \right) + (w_2 - c_p)D_{r_2} \gamma^{\theta L} \left(\frac{1 - \gamma^{(1-\theta)L}}{1 - \gamma} \right) + (p_e - c_e)D_e \left(\frac{1 - \gamma^{(1-\theta)L}}{1 - \gamma} \right) \quad (40)$$

در ادامه با استفاده از چند لم و قضیه مقادیر بهینه تقاضا در زنجیره تأمین دوکاناله در حالت متمرکز و با در نظر گرفتن تقاضای کاهشی محاسبه می‌شود. در تمام قضایا و لم‌های زیر براساس فرضیات اولیه مسئله، باید شرایط $0 < \gamma < 1$ و $0 \leq \theta \leq 1$ برقرار باشد.

لم ۳: سود نهایی زنجیره تأمین در حالت متمرکز و تقاضای کاهشی نسبت به متغیرهای p_{r_1} ، p_{r_2} و p_e به صورت هم‌زمان یک تابع مقعر است؛ اگر رابطه $\gamma^{\theta L} + \frac{1}{\gamma^{\theta L}} \leq \left(\frac{2b_1}{b_2} \right)^2 - 2$ به‌ازای مقادیر θ و γ در بازه $[0, 1]$ برقرار باشد. اثبات: با محاسبه ماتریس هسین تابع π_t نسبت به متغیرهای p_{r_1} ، p_{r_2} و p_e روابط زیر برقرار است.

$$Hessian(\pi_t, [p_{r_1}, p_{r_2}, p_e]) = \begin{bmatrix} \frac{-2b_1(1 - \gamma^{\theta L})}{1 - \gamma} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-2b_1\gamma^{\theta L}(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} & \frac{b_2(1 + \gamma^{\theta L})(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} \\ 0 & \frac{b_2(1 + \gamma^{\theta L})(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} & \frac{-2b_1(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} \end{bmatrix}$$

با محاسبه دترمینان برای زیرماتریس‌های این ماتریس هسین، مقربودن آن اثبات می‌شود.

$$\begin{aligned} & \left| \frac{-2b_1(1 - \gamma^{\theta L})}{1 - \gamma} \right| < 0 \\ & \left| \begin{array}{cc} \frac{-2b_1(1 - \gamma^{\theta L})}{1 - \gamma} & 0 \\ 0 & \frac{-2b_1\gamma^{\theta L}(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} \end{array} \right| = \frac{4b_1^2(1 - \gamma^{\theta L})(\gamma^{\theta L} - \gamma^L)}{(1 - \gamma)^2} > 0 \\ & \left| \begin{array}{ccc} \frac{-2b_1(1 - \gamma^{\theta L})}{1 - \gamma} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-2b_1\gamma^{\theta L}(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} & \frac{b_2(1 + \gamma^{\theta L})(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} \\ 0 & \frac{b_2(1 + \gamma^{\theta L})(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} & \frac{-2b_1(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} \end{array} \right| \\ & = \frac{2b_1(1 - \gamma^{\theta L})(\gamma^L - \gamma^{\theta L})^2 [b_2^2(2\gamma^{\theta L} + \gamma^{2\theta L} + 1) - 4b_1^2\gamma^{\theta L}]}{\gamma^{2\theta L}(1 - \gamma)^3} \end{aligned}$$

و برای اینکه آخرین دترمینان برابر با یک مقدار منفی شود، باید شرط زیر برقرار باشد.

$$b_2^2(2\gamma^{\theta L} + \gamma^{2\theta L} + 1) - 4b_1^2\gamma^{\theta L} \leq 0 \quad \rightarrow \quad \gamma^{\theta L} + \frac{1}{\gamma^{\theta L}} \leq \frac{4b_1^2}{b_2^2} - 2$$

در اینجا نیز تابع π_t نسبت به تمام متغیرهای خود به صورت هم‌زمان مقعر نیست؛ ولی با فرض ثابت بودن مقدار θ و برقراری شرط موجود در لم ۳، نسبت به متغیرهای p_{r_1} ، p_{r_2} و p_e مقعر است و با مشتق‌گیری مقادیر بهینه این سه متغیر به دست می‌آید. سپس با قراردادن مقادیر بهینه قیمت‌های کتاب چاپی و الکترونیک در تابع π_t یک تابع مقعر نسبت به θ حاصل می‌شود که با مشتق‌گیری از آن مقدار بهینه θ محاسبه می‌شود.

قضیه ۶: به‌ازای مقداری مشخص برای θ ، قیمت‌های بهینه کتاب‌های چاپی و الکترونیک در زنجیره تأمین متمرکز با تقاضای کاهشی به صورت روابط (۴۱) تا (۴۳) است.

$$p_{r_1}^* = \frac{c_p}{2} + \frac{D}{2b_1} \quad (41)$$

$$p_{r_2}^* = \frac{c_p(2b_1^2 - b_2^2 - \gamma^{\theta L} b_2^2) + b_1 b_2 c_e(1 - \gamma^{-\theta L}) + [2\alpha b_1 + b_2(1 - \alpha)(1 + \gamma^{-\theta L})]D}{4b_1^2 - (2 + \gamma^{\theta L} + \gamma^{-\theta L})b_2^2} \quad (42)$$

$$p_e^* = \frac{c_e(2b_1^2 - b_2^2 - \gamma^{-\theta L} b_2^2) + b_1 b_2 c_p(1 - \gamma^{\theta L}) + [2(1 - \alpha)b_1 + \alpha b_2(1 + \gamma^{\theta L})]D}{4b_1^2 - (2 + \gamma^{\theta L} + \gamma^{-\theta L})b_2^2} \quad (43)$$

اثبات: مشابه اثبات قضیه ۱ است.

با جایگذاری مقادیر بهینه $p_{r_1}^*$ ، $p_{r_2}^*$ و p_e^* در روابط (۳۴) تا (۳۶)، تقاضاهای بهینه در هر دوره برای زنجیره تأمین در حالت تقاضای کاهشی به دست می‌آید. با جایگذاری مقادیر بهینه قیمت‌ها در روابط (۳۹) و (۴۰) و محاسبه تابع π_t برحسب متغیر θ ، مشخص می‌شود، این تابع نسبت به متغیر θ غیرخطی و مقعر است؛ بنابراین مقدار بهینه θ در این مدل می‌تواند هر مقداری از بازه $[0, 1]$ باشد.

نتیجه ۶: با مقایسه روابط (۴۱) و (۱۰) مشخص می‌شود قیمت بهینه کتاب چاپی در دوره نخست در زنجیره تأمین متمرکز برای حالات تقاضای ثابت و تقاضای کاهشی با هم برابر است.

مدل زنجیره تأمین در حالت غیرمتمرکز و تقاضای کاهشی

در اینجا زنجیره تأمین غیرمتمرکزی مدنظر است که ناشر و کتاب‌فروشی به صورت مستقل تصمیمات خود را می‌گیرند؛ تقاضا نیز به صورت کاهشی و براساس روابط (۳۴) تا (۳۶) در هر دوره تعیین می‌شود. ناشر، بازیکن پایه و کتاب‌فروشی، بازیکن پیرو در تعادل استکلبرگ در نظر گرفته شده‌اند. فرایند حل تعادل استکلبرگ همانند تقاضای ثابت است.

قضیه ۷: در مدل زنجیره تأمین در حالت غیرمتمرکز و تقاضای کاهشی به‌ازای مقادیر ثابت w_1 ، w_2 و p_e ، استراتژی قیمت‌گذاری بهینه برای کتاب‌فروشی دقیقاً معادل روابط (۲۳) تا (۲۵) است.

اثبات: با توجه به رابطه زیر مشخص است ماتریس هسین تابع π_r نسبت به متغیرهای p_{r_1} و p_{r_2} از نوع نیمه‌معین منفی است و مقادیر $p_{r_1}^*$ و $p_{r_2}^*$ با استفاده از مشتق‌گیری و حل دستگاه معادلات دومعادله و دومجهول به دست می‌آید.

$$Hessian(\pi_r, [p_{r_1}, p_{r_2}]) = \begin{bmatrix} \frac{-2b_1(1 - \gamma^{\theta L})}{1 - \gamma} & 0 \\ 0 & \frac{-2b_1\gamma^{\theta L}(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} \end{bmatrix}$$

قضیه ۸: در زنجیره تأمین دوکاناله درحالت غیرمتمرکز و تقاضای کاهشی اگر $6 - \frac{8b_1^2}{b_2^2} \leq \gamma^{\theta L} + \frac{1}{\gamma^{\theta L}}$ باشد، استراتژی قیمت‌گذاری بهینه برای ناشر به صورت روابط زیر است.

$$w_1^* = \frac{c_p}{2} + \frac{D}{2b_1} \quad (۴۴)$$

$$w_2^* = \frac{c_p(4b_1^2 - 3b_2^2 - \gamma^{\theta L}b_2^2) + b_1b_2c_e(1 - \gamma^{-\theta L})\left(2 - \frac{b_2^2}{b_1^2}\right) + \left[4ab_1 + b_2\left(2 + \frac{\alpha b_2}{b_1} - 2\alpha\right)(1 + \gamma^{-\theta L}) - \frac{2ab_2^2}{b_1}\right]D}{8b_1^2 - (6 + \gamma^{\theta L} + \gamma^{-\theta L})b_2^2} \quad (۴۵)$$

$$p_e^* = \frac{c_e(4b_1^2 - 3b_2^2 - \gamma^{-\theta L}b_2^2) + b_1b_2(c_p - c_e\gamma^{\theta L}) + [4(1 - \alpha)b_1 + \alpha b_2(3 + \gamma^{\theta L})]D}{8b_1^2 - (6 + \gamma^{\theta L} + \gamma^{-\theta L})b_2^2} \quad (۴۶)$$

اثبات: با جایگذاری مقادیر بهینه $p_{r_2}^*$ و $p_{r_1}^*$ در تابع π_p و محاسبه ماتریس هسین، مشخص می‌شود با در نظر گرفتن شرط موجود در صورت قضیه، این تابع نسبت به متغیرهای w_1 و w_2 به صورت هم‌زمان مقعر است. توجه دارید که براساس فرضیات اولیه مسئله، $b_2 < b_1$ است.

$$Hessian(\pi_p, [p_e, w_1, w_2]) = \begin{bmatrix} \frac{-(1 - \gamma^{(1-\theta)L})(2b_1 - \frac{b_2^2}{b_1})}{1 - \gamma} & 0 & \frac{b_2(1 - \gamma^{(1-\theta)L})(1 + \gamma^{\theta L})}{2(1 - \gamma)} \\ 0 & \frac{-b_1(1 - \gamma^{\theta L})}{1 - \gamma} & 0 \\ \frac{b_2(1 - \gamma^{(1-\theta)L})(1 + \gamma^{\theta L})}{2(1 - \gamma)} & 0 & \frac{-b_1\gamma^{\theta L}(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} & \left| \frac{-(1 - \gamma^{(1-\theta)L})(2b_1 - \frac{b_2^2}{b_1})}{1 - \gamma} \right| < 0 \\ & \left| \begin{array}{cc} \frac{-(1 - \gamma^{(1-\theta)L})(2b_1 - \frac{b_2^2}{b_1})}{1 - \gamma} & 0 \\ 0 & \frac{-b_1(1 - \gamma^{\theta L})}{1 - \gamma} \end{array} \right| = \frac{b_1(1 - \gamma^{\theta L})(1 - \gamma^{(1-\theta)L})(2b_1 - \frac{b_2^2}{b_1})}{(1 - \gamma)^2} > 0 \\ & \left| \begin{array}{ccc} \frac{-(1 - \gamma^{(1-\theta)L})(2b_1 - \frac{b_2^2}{b_1})}{1 - \gamma} & 0 & b_2(1 - \gamma^{(1-\theta)L})(1 + \gamma^{\theta L}) \\ 0 & \frac{-b_1(1 - \gamma^{\theta L})}{1 - \gamma} & 0 \\ b_2(1 - \gamma^{(1-\theta)L})(1 + \gamma^{\theta L}) & 0 & \frac{-b_1\gamma^{\theta L}(1 - \gamma^{(1-\theta)L})}{1 - \gamma} \end{array} \right| \\ & = -b_1(1 - \gamma^{\theta L})(\gamma^L - \gamma^{\theta L})^2[8b_1^2 - (6 + \gamma^{\theta L} + \gamma^{-\theta L})b_2^2] \end{aligned}$$

برای اینکه آخرین دترمینان برابر با مقداری منفی باشد، باید شرط $8b_1^2 - (6 + \gamma^{\theta L} + \gamma^{-\theta L})b_2^2 \geq 0$ برقرار باشد. این شرط با شرطی معادل است که در صورت قضیه آمده است. درنهایت مشتق تابع π_p نسبت به متغیرهای w_1 و w_2 برابر با صفر قرار داده و با حل دستگاه معادلات مربوطه، قضیه اثبات می‌شود.

در مدل زنجیره تأمین غیرمتمرکز درحالت تقاضای کاهشی نیز با جایگذاری، مقادیر بهینه قیمت‌ها در تابع سود نشان داده شده است. مقدار بهینه θ در اینجا نیز همانند مدل متمرکز می‌تواند هر مقداری از بازه $[0, 1]$ را داشته باشد.

نتایج محاسباتی

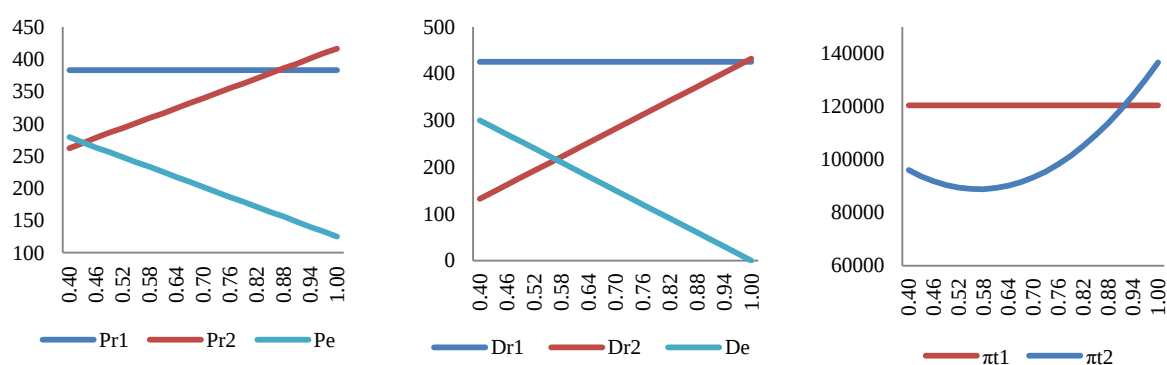
در ادامه تحلیل حساسیت مربوط به مدل‌های پیشنهادی برای زنجیره تأمین دوکاناله در حالت‌های متمرکز و غیرمتمرکز و برای توابع تقاضای ثابت و کاهشی ارائه می‌شود. مقادیر عددی اولیه برای پارامترهای مدل مطابق جدول ۱ در نظر گرفته شده است.

جدول ۱- مقادیر عددی اولیه برای پارامترهای مدل

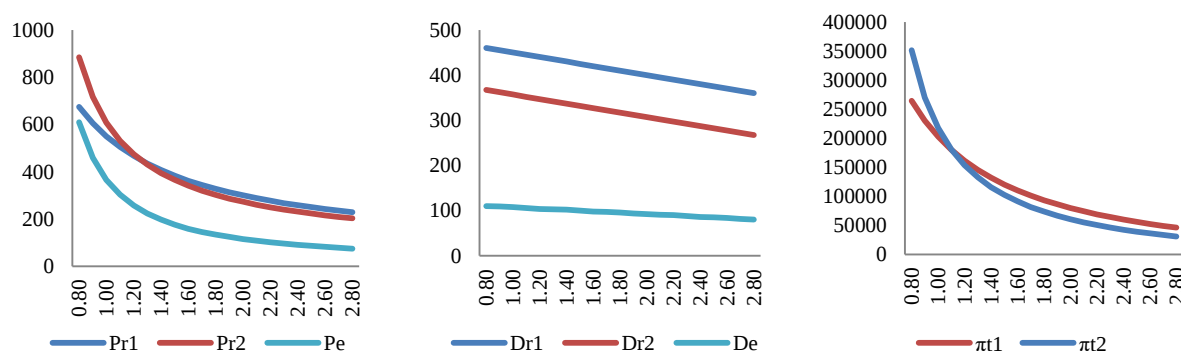
پارامتر	D	α	β	b_1	b_2	C_p	C_e
مقدار	۱۰۰۰	۰/۸	۰/۷	۱/۵	۰/۴۵	۱۰۰	۳۰

نمودارهای (۱) تا (۵) مربوط به زنجیره تأمین دوکاناله در حالت متمرکز و تقاضای ثابت است و تأثیر پارامترهای مدل بر مقادیر بهینه قیمت‌ها، تقاضاها و درآمدها را در کانال‌های مختلف نمایش می‌دهند. در این نمودارها، پارامترهای $\pi t1$ و $\pi t2$ به ترتیب نشان‌دهنده مجموع درآمدهای ناشر و کتاب‌فروشی در دوره‌های نخست و دوم هستند.

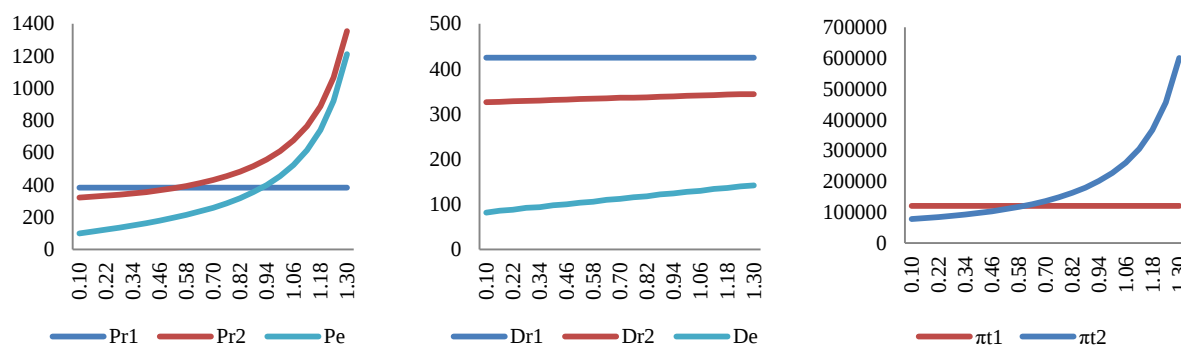
در نمودار ۱ تأثیر تغییرات پارامتر α بر مقادیر قیمت‌ها، تقاضاها و درآمدها در زنجیره تأمین در حالت متمرکز و تقاضای ثابت نمایش داده شده است. بدین ترتیب که محور افقی نشان‌دهنده مقادیر پارامتر α و محور عمودی نشان‌دهنده مقادیر مربوط به قیمت‌ها، تقاضاها و درآمدها در کانال‌های مختلف زنجیره تأمین است. با افزایش میزان تمایل مشتریان به استفاده از کتاب‌های چاپی، مقادیر تقاضا و قیمت‌ها برای کتاب‌های چاپی در دوره دوم افزایش خواهد یافت؛ در مقابل، تقاضا و قیمت فروش برای کتاب الکترونیک کم می‌شود. براساس فرضیات اولیه مدل‌ها، در دوره نخست کتاب الکترونیک تولید و فروخته نمی‌شود؛ بنابراین افزایش ضریب تمایل مشتریان به کتاب چاپی (α) هیچ تأثیری بر تقاضاها و قیمت‌ها در دوره نخست نخواهد داشت. درآمد نهایی زنجیره تأمین در دوره نخست ($\pi t1$) با تغییرات پارامتر α ثابت باقی می‌ماند؛ ولی درآمد در دوره دوم ابتدا روند کاهشی و سپس افزایشی دارد. براساس نمودار ۱ در صورتی که $\alpha < 0.92$ باشد، مجموع درآمد ناشر و کتاب‌فروشی در دوره نخست بیشتر از دوره دوم خواهد بود و $\theta = 1$ در نظر گرفته می‌شود. اگر α خارج از این بازه باشد، درآمد زنجیره تأمین به‌ازای $\theta = 0$ بیشتر خواهد بود.

نمودار ۱- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر α در مدل متمرکز و تقاضای ثابت

با افزایش ضریب کشش قیمتی تقاضا (پارامتر b_1) در نمودار ۲ ملاحظه می‌شود تمامی مقادیر قیمت‌ها و تقاضاها در حالت بهینه کاهش می‌یابند؛ در نتیجه هر چقدر ضریب کشش قیمتی تقاضا بزرگ‌تر باشد، تقاضای مشتریان حساسیت بیشتری نسبت به افزایش قیمت‌ها نشان می‌دهد؛ در نتیجه فروشندگان در زنجیره تأمین با چالش بیشتری مواجه هستند و سود نهایی آنها کاهش می‌یابد. تغییرات ضریب کشش متقابل کانال‌ها تأثیری دقیقاً برعکس ضریب کشش قیمتی روی زنجیره تأمین دارد و افزایش آن موجب افزایش تقاضاها، قیمت‌ها و درآمد در حالت بهینه می‌شود. واضح است که تغییرات b_2 روی پارامترهای مدل در دوره نخست تأثیری ندارد؛ زیرا در دوره نخست تنها یک کانال فروش برای کتاب چاپی وجود دارد و کشش متقابل بین کانال‌ها تعریف نمی‌شود. براساس نمودارهای ۲ و ۳، تغییرات ضرائب کشش مستقیم و متقابل کانال‌ها روی مقادیر تقاضا تأثیر خطی دارد؛ ولی روی قیمت‌ها و درآمد نهایی تأثیر نمایی دارند (طبق روابط (۱۰) تا (۱۶)).



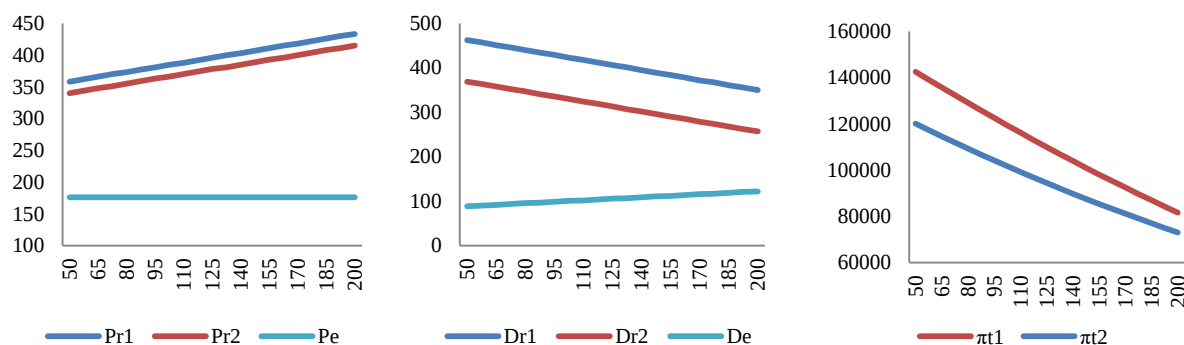
نمودار ۲- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر b_1 در مدل متمرکز و تقاضای ثابت



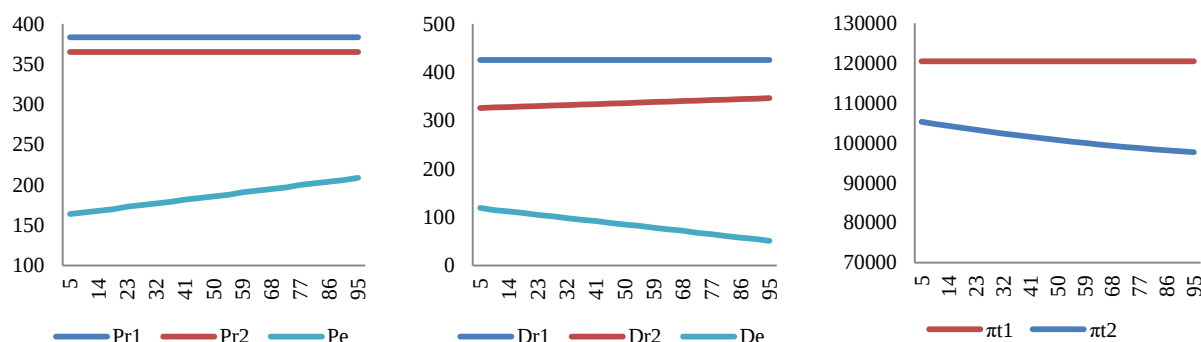
نمودار ۳- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر b_2 در مدل متمرکز و تقاضای ثابت

افزایش هزینه تولید کتاب چاپی در نمودار ۴ باعث می‌شود تا به ناچار قیمت‌های فروش کتاب چاپی در هر دو دوره افزایش داده شود و میزان تقاضا در این کانال فروش کاهش یابد. این کار موجب کاهش سود نهایی کلی زنجیره تأمین می‌شود. در نمودار ۴ تولید و فروش در دوره نخست مقرون به صرفه است؛ بنابراین بهتر است قیمت‌های فروش برای کتاب‌های چاپی برابر Pr_1 تعیین شود. افزایش پارامتر C_p تأثیری در قیمت فروش کتاب الکترونیک ندارد؛ ولی باتوجه به کاهش تقاضای کتاب چاپی موجب افزایش تقاضا برای کتاب‌های الکترونیک شده است. البته این افزایش تقاضا برای کتاب الکترونیک به اندازه‌ای نیست که بتواند خسارت ناشی از کاهش فروش کتاب‌های چاپی را جبران کند. براساس نمودار ۵، افزایش هزینه‌های تولید برای کتاب الکترونیک موجب افزایش

قیمت فروش آن و در عین حال کاهش تقاضا برای آن می‌شود. قیمت فروش کتاب چاپی از کانال‌های مختلف مستقل از هزینه تولید کتاب الکترونیک است؛ ولی تقاضا برای کتاب‌های چاپی به دلیل کاهش تقاضای کتاب الکترونیک قدری افزایش می‌یابد. در این نمودار، درآمد در دوره نخست به این دلیل ثابت است که کتاب الکترونیک در این دوره تولید و فروخته نمی‌شود.

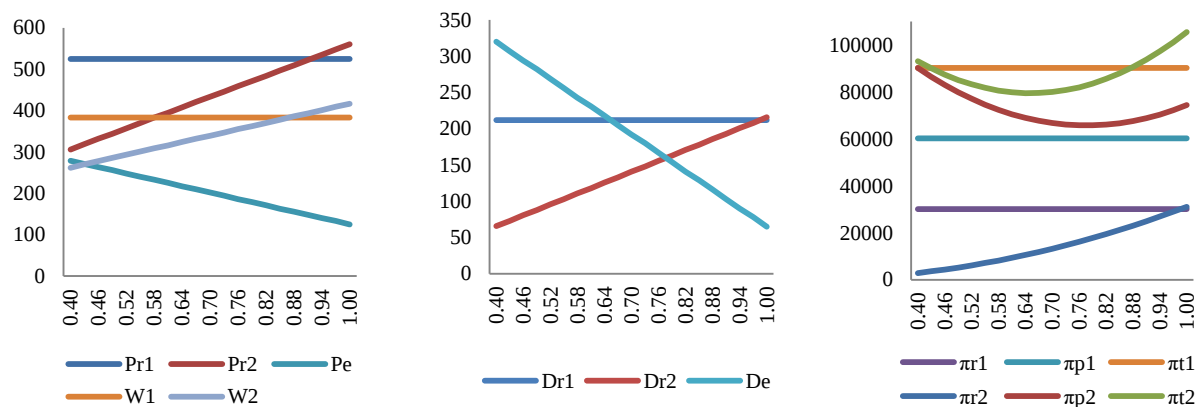


نمودار ۴- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر C_p در مدل متمرکز و تقاضای ثابت

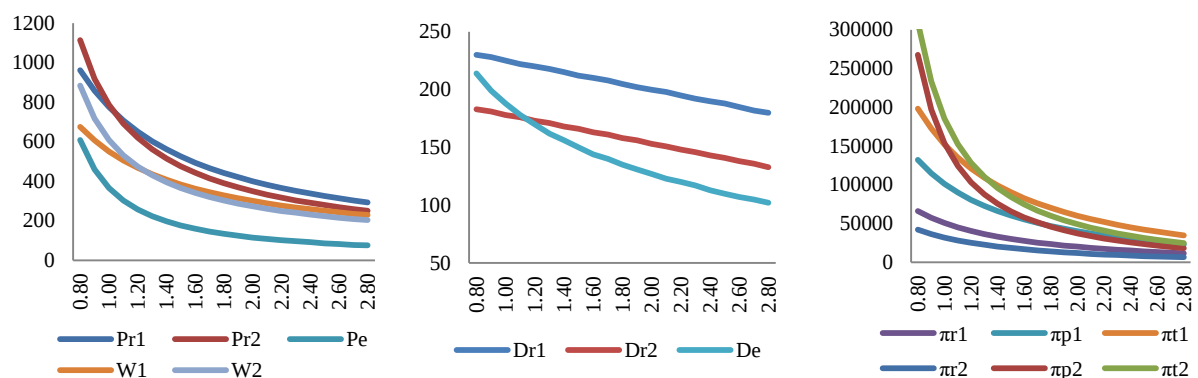


نمودار ۵- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر C_e در مدل متمرکز و تقاضای ثابت

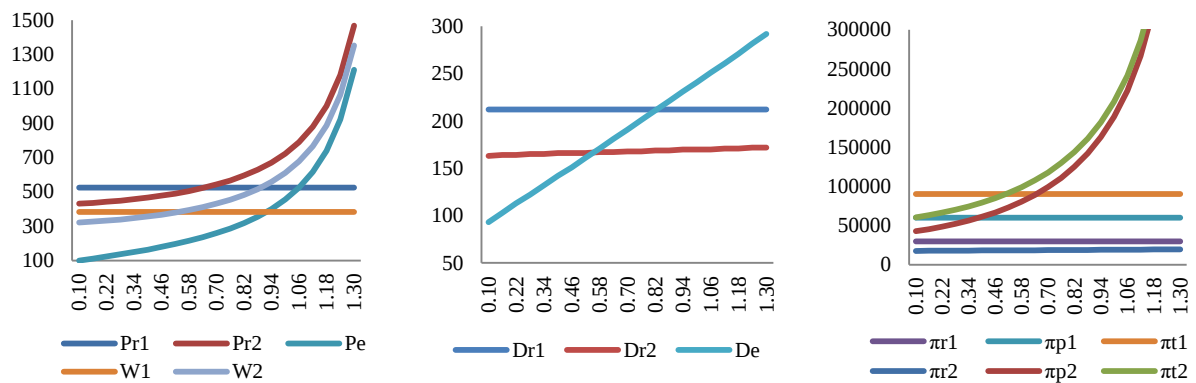
در ادامه تحلیل حساسیت مربوط به پارامترها در مدل غیرمتمرکز و تقاضای ثابت آورده می‌شود. نمودار ۶ تأثیر پارامتر α در زنجیره تأمین دوکاناله را در حالت غیرمتمرکز و تقاضای ثابت نشان می‌دهد. تغییرات این پارامتر همانند زنجیره تأمین متمرکز تنها کانال‌های فروش در دوره دوم را متأثر می‌کند. با افزایش کشش مشتریان به استفاده از کتاب‌های چاپی ناشر می‌تواند قیمت عمده‌فروشی را افزایش دهد. همچنین افزایش پارامتر α باعث می‌شود تا سود کتاب‌فروشی قدری افزایش یابد؛ ولی درآمد ناشر تا زمانی که $\alpha < 0.8$ باشد کاهش می‌یابد؛ زیرا درآمد حاصل از فروش کتاب الکترونیک به شدت کاهش می‌یابد و بخشی از سود ناشر به کتاب‌فروشی منتقل می‌شود. این مدل از نوع غیرمتمرکز و تصمیمات مربوط به تغییر قیمت‌ها و زمان معرفی کتاب الکترونیک به بازار برعهده ناشر است؛ بنابراین باتوجه به اینکه درآمد ناشر در دوره دوم بیشتر از دوره نخست است، $\pi p2 > \pi p1$ ، از همان ابتدا ناشر کتاب الکترونیک را وارد بازار و قیمت عمده‌فروشی کتاب چاپی را برابر با w_2 تعیین می‌کند. ملاحظه می‌شود کتاب‌فروشی با این استراتژی نسبت به حالتی که قیمت‌گذاری در دوره نخست انجام شود، سود کمتری کسب می‌کند؛ ولی باتوجه به اینکه در این مدل پایه-پیرو تصمیمات برعهده ناشر است این موضوع اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.


 نمودار ۶- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر α در مدل غیرمتمرکز و تقاضای ثابت

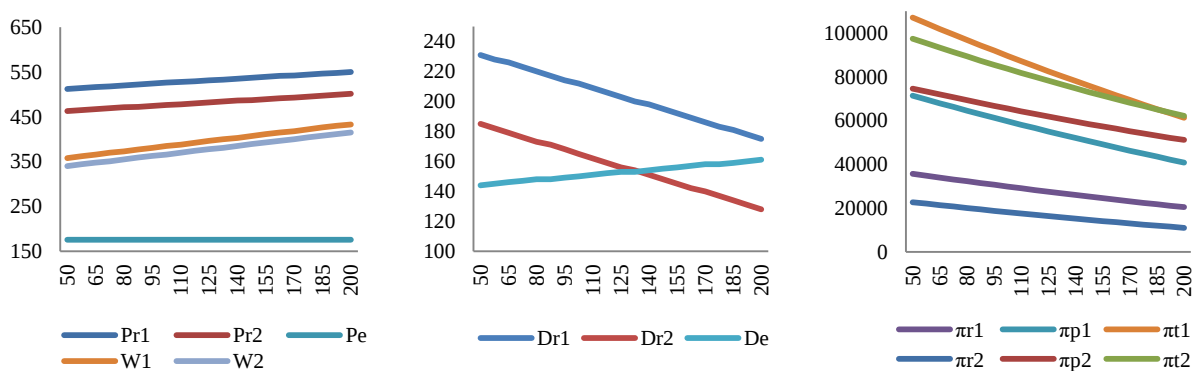
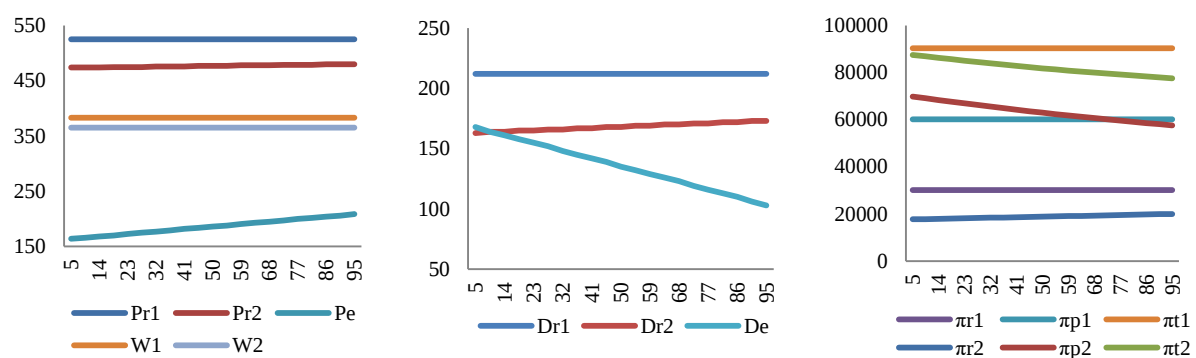
نمودار ۷ تأثیر پارامتر b_1 بر مقادیر تقاضاها، قیمت‌های فروش و درآمدهای ناشر و کتاب‌فروشی در مدل غیرمتمرکز و تقاضای ثابت را نشان می‌دهد. واضح است که با افزایش این پارامتر، تمامی مقادیر تقاضاها و قیمت‌ها به‌صورت هم‌زمان کاهش خواهند یافت. براساس این نمودارها و نیز روابط (۲۶) تا (۲۸)، تأثیر پارامتر b_1 بر تقاضای کتاب چاپی در دوره‌های نخست و دوم به‌صورت خطی است؛ ولی بر سایر متغیرها به‌شکل غیرخطی تأثیر می‌گذارد. در مثال درحال بررسی، اگر $b_1 < 1.8$ باشد، درآمد ناشر در دوره دوم بیشتر از دوره نخست است و قیمت‌گذاری بهینه براساس دوره دوم انجام می‌شود. در غیر این صورت، قیمت‌ها مطابق با دوره نخست تنظیم می‌شوند.


 نمودار ۷- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر b_1 در مدل غیرمتمرکز و تقاضای ثابت

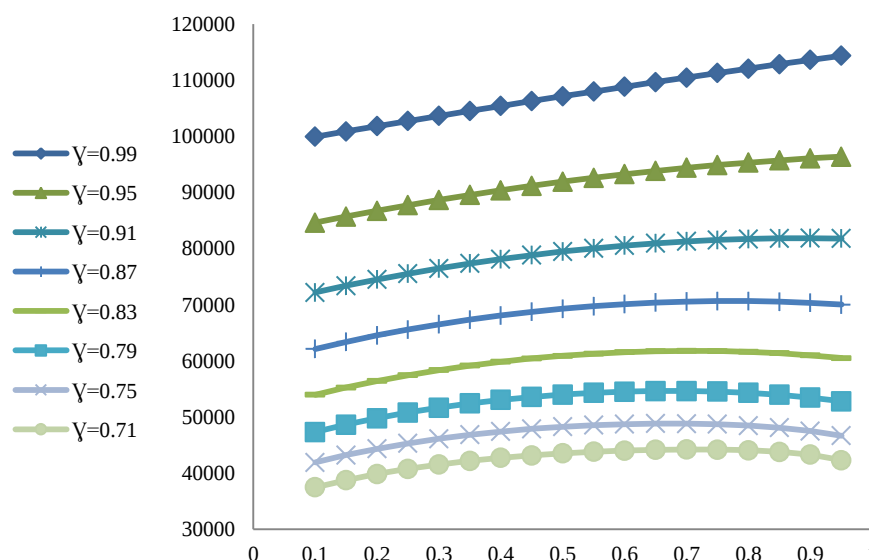
پارامتر b_2 در نمودار ۸ تنها بر متغیرهای مدل در دوره دوم تأثیرگذار است. این تأثیر به‌صورت افزایش در مقادیر قیمت‌ها، تقاضاها و درآمدها در حالت بهینه خود را نشان می‌دهد. با افزایش این پارامتر، قیمت‌های عمده‌فروشی و قیمت‌های فروش نهایی کتاب‌ها به‌صورت هم‌زمان افزایش می‌یابند؛ در نتیجه کتاب‌فروشی و ناشر هر دو سود بیشتری کسب می‌کنند؛ ولی مشخص است که میزان سود ناشر نسبت به کتاب‌فروشی با روند بسیار سریع‌تری افزایش می‌یابد. این موضوع به‌دلیل حساسیت نسبتاً زیاد تقاضای کتاب‌های الکترونیک نسبت به تغییرات پارامتر b_2 است.

نمودار ۸- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر b_2 در مدل غیرمتمرکز و تقاضای ثابت

نمودارهای ۹ و ۱۰ به ترتیب تأثیر هزینه‌های تولید کتاب چاپی و الکترونیک را در زنجیره تأمین دوکاناله غیرمتمرکز با تقاضای ثابت بررسی می‌کنند. مشخص است که در این مدل، قیمت فروش کتاب الکترونیک مستقل از هزینه تولید کتاب چاپی است. همچنین قیمت‌های عمده‌فروشی در هر دو دوره و فروش نهایی کتاب‌های چاپی در دوره نخست نسبت به هزینه تولید کتاب الکترونیک مستقل هستند. در مثال درحال بررسی، به‌ازای تغییرات هزینه تولید کتاب چاپی از ۵۰ تا ۲۰۰ واحد، ناشر همواره دوره دوم را برای قیمت‌گذاری کتاب‌ها انتخاب می‌کند. درباره هزینه تولید کتاب الکترونیک، اگر $c_e < 72$ باشد، آنگاه دوره دوم و در غیر این صورت دوره نخست برای سیاست‌گذاری قیمتی انتخاب می‌شود؛ زیرا اگر هزینه تولید کتاب الکترونیک بسیار زیاد شود دیگر تولید و فروش آن به‌صرفه نیست و باید براساس قیمت‌گذاری در دوره نخست تنها کتاب‌ها را تولید کرد و فروخت.

نمودار ۹- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر c_p در مدل غیرمتمرکز و تقاضای ثابتنمودار ۱۰- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر c_e در مدل غیرمتمرکز و تقاضای ثابت

در نمودار ۱۱ تأثیر پارامتر θ بر تابع سود نهایی زنجیره تأمین (π_t) در حالت متمرکز و تقاضای کاهشی به‌ازای مقادیر مختلف پارامتر γ نمایش داده شده است. مقادیر γ در این نمودار از ۰/۷۱ تا ۰/۹۹ با فواصل ۰/۰۴ در نظر گرفته شده است و نقطه حداکثر روی هر نمودار با علامت ■ مشخص شده است. براساس این نمودار هرچه قدر مقدار γ کاهش یابد مقادیر سود نهایی زنجیره تأمین کاهش می‌یابد؛ زیرا با کاهش γ مقادیر تقاضا برای کتاب‌های چاپی و الکترونیک در دوره‌های عمر محصول با سرعت بیشتری کاهش می‌یابد و سود زنجیره تأمین را کم می‌کند.



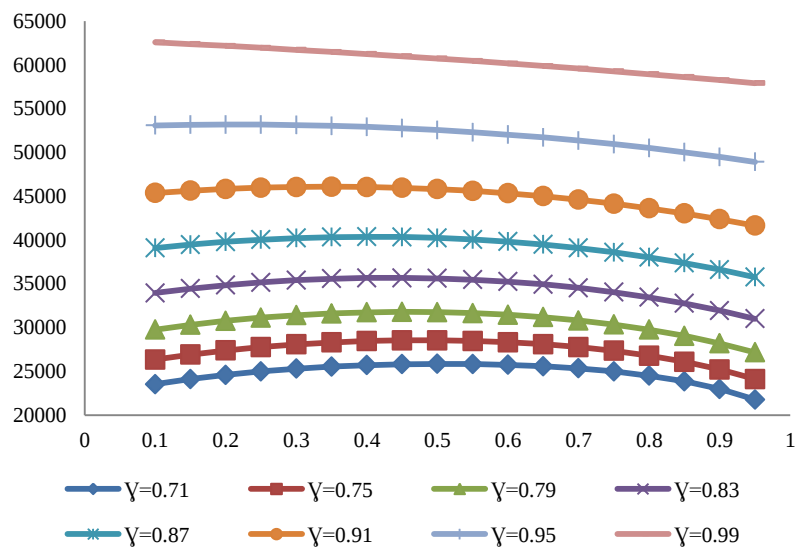
نمودار ۱۱- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر θ در مدل متمرکز و تقاضای کاهشی

برای حالات $\gamma \in \{0.95, 0.99\}$ مقدار بهینه $\theta^* = 1$ به دست می‌آید؛ یعنی نیازی به معرفی کتاب الکترونیک به بازار نیست؛ زیرا میزان کاهش تقاضای کتاب چاپی آنقدر کم است که اگر تا انتهای دوره عمر محصول تنها کتاب چاپی منتشر شود سودآوری بیشتری وجود دارد. ازطرفی، با کاهش مقادیر γ مثلاً به‌ازای $\gamma = 0.83$ یا $\gamma = 0.79$ ملاحظه می‌شود که $\theta^* = 0.7$ است و پس از گذشت ۷۰ درصد از عمر محصول، بهتر است نسخه الکترونیکی کتاب نیز به بازار معرفی شود.

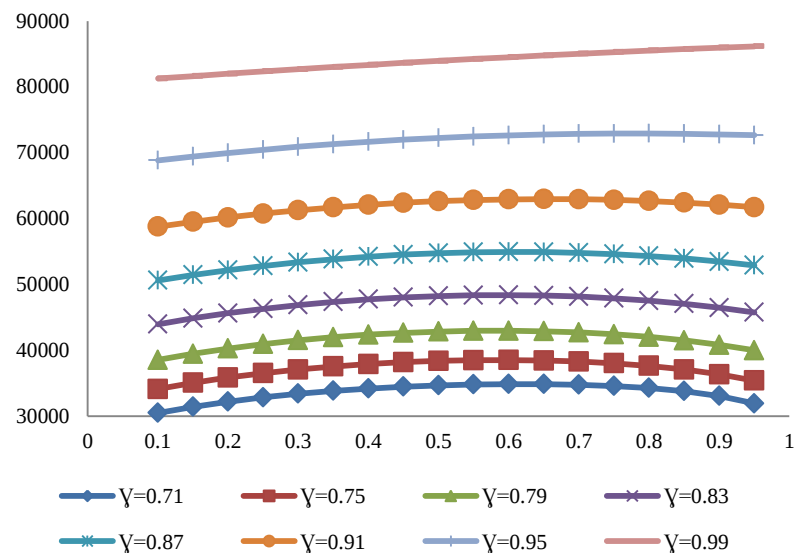
با مقایسه نمودار ۱۱ با نمودار ۱ معلوم می‌شود سود نهایی زنجیره تأمین در حالت تقاضای کاهشی همواره کمتر از حالت تقاضای ثابت است؛ زیرا در هر دوره، میزان تقاضا نسبت به دوره قبل کاهش می‌یابد و قاعدتاً سود نهایی زنجیره تأمین نیز کمتر از حالت تقاضای ثابت است.

نمودار ۱۲ تأثیر پارامتر θ بر سود نهایی ناشر و کتاب‌فروشی و نیز سود نهایی زنجیره تأمین را در حالت غیرمتمرکز و تقاضای کاهشی نمایش می‌دهد. مشاهده می‌شود که هرچه قدر γ بزرگ‌تر باشد، مقدار سود برای ناشر، کتاب‌فروشی و کل زنجیره تأمین بیشتر است. براساس این نمودار، برای کتاب‌فروشی همواره بهتر است تا اصلاً کتاب الکترونیک به بازار ارائه نشود ($\theta^* = 1$)؛ زیرا فروش کتاب الکترونیک تأثیری در سود کتاب‌فروشی ندارد.

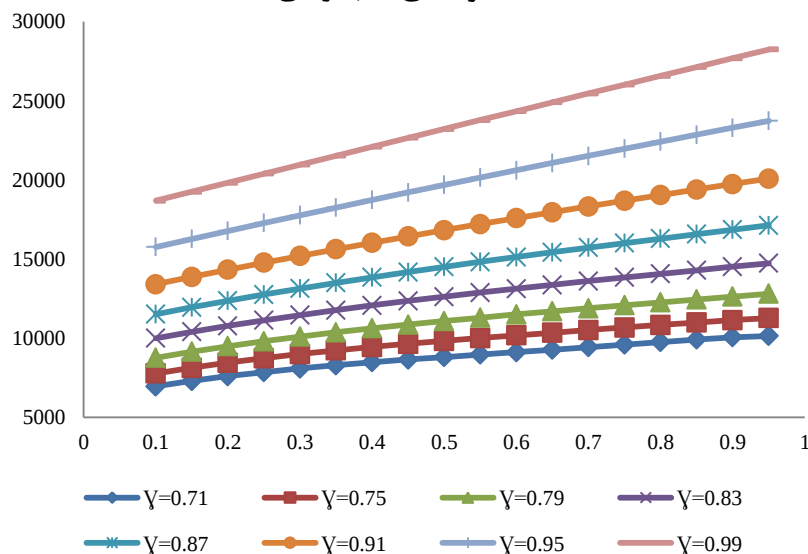
سود نهایی ناشر



سود نهایی زنجیره تامین



سود نهایی کتاب فروشی



نمودار ۱۲- تحلیل حساسیت مربوط به پارامتر θ در مدل غیرمتمرکز و تقاضای کاهشی

در رابطه با ناشر، اگر $\gamma = 0.99$ باشد، بهتر است تا از همان ابتدای معرفی محصول به بازار، کتاب چاپی و الکترونیک در کنار هم ارائه شوند و با کم‌شدن مقدار γ تمایل ناشر به این سمت می‌رود که کتاب الکترونیک را دیرتر به بازار ارائه کند؛ مثلاً برای $\gamma = 0.75$ در نیمه عمر محصول این اتفاق می‌افتد. در صورتی که مجموع سود زنجیره تأمین (π_t) در نظر گرفته شود نتیجه‌ای تقریباً مشابه با زنجیره تأمین متمرکز به دست می‌آید. با افزایش γ تمایل زنجیره تأمین به سمت کتاب الکترونیک کاهش خواهد یافت. از آنجایی که در زنجیره تأمین غیرمتمرکز، ناشر تصمیم‌گیرنده نهایی است، مقدار بهینه θ را ناشر تعیین می‌کند و با تغییرات مقدار γ تصمیماتی کاملاً برعکس نسبت به مدل متمرکز درباره متغیر θ گرفته می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها برای مطالعات آتی

در این مقاله قیمت‌گذاری شبکه توزیع کتاب‌های چاپی و الکترونیک در قالب زنجیره تأمین دوکاناله بررسی شد. در یکی از کانال‌های توزیع، ناشر کتاب‌های چاپی را با قیمت عمده‌فروشی به کتاب‌فروشی می‌دهد و کتاب‌فروشی آنها را به مشتری نهایی می‌فروشد. کانال دوم به توزیع و فروش نسخه الکترونیکی کتاب‌ها اختصاص دارد و مشتریان می‌توانند به صورت مستقیم کتاب‌های الکترونیک را از ناشر بخرند. روابط مربوط به قیمت‌ها و تقاضاهای بهینه برای این زنجیره تأمین در دو حالت متمرکز و غیرمتمرکز ارائه و تابع تقاضا نیز به دو صورت ثابت و کاهشی در نظر گرفته شد. با استفاده از یک مثال عددی، تحلیل حساسیت متغیرهای مدل نسبت به پارامترهایی مانند ضرائب کشش تقاضا، میزان گرایش مشتریان به کتاب چاپی و هزینه‌های تولید انواع کتاب‌ها بررسی شد.

نتایج حاصل برای مدل متمرکز و تقاضای ثابت نشان می‌دهد که اگر ضریب تمایل مشتریان به کتاب چاپی بزرگ‌تر از 0.5 باشد، قیمت کتاب چاپی بیشتر از قیمت بهینه فروش کتاب الکترونیک است. افزایش ضریب کشش قیمتی تقاضا باعث کاهش قیمت‌های فروش و تقاضاها و در نهایت موجب کاهش درآمد ناشر و کتاب‌فروشی در زنجیره تأمین می‌شود؛ در حالی که افزایش ضریب کشش متقابل بین کانال‌ها دقیقاً تأثیری عکس نسبت به ضریب کشش قیمتی دارد و افزایش آن باعث افزایش مقادیر قیمت‌ها، تقاضاها و درآمدها می‌شود.

در زنجیره تأمین غیرمتمرکز با تقاضای ثابت، قیمت‌گذاری براساس تعادل استکلبرگ برای مدل‌های پایه-پیرو انجام می‌شود. در اینجا ناشر نقش بازیکن پایه و کتاب‌فروشی نقش پیرو را دارد. قیمت عمده‌فروشی کتاب‌های چاپی در مدل‌های غیرمتمرکز با قیمت فروش نهایی آنها در حالت متمرکز برابر است؛ ولی قیمت فروش نهایی کتاب چاپی در مدل غیرمتمرکز بیشتر از حالت متمرکز است. قیمت‌گذاری بهینه کتاب الکترونیک در مدل‌های متمرکز و غیرمتمرکز به صورت مساوی است. تقاضا برای کتاب‌های چاپی در مدل غیرمتمرکز نصف مقدار آن در مدل متمرکز بود؛ ولی برای کتاب‌های الکترونیک تقاضا از مدل متمرکز بیشتر بود. در نهایت نشان داده شد که سود نهایی زنجیره تأمین در حالت متمرکز از غیرمتمرکز بیشتر است و توصیه می‌شود تا ناشر و کتاب‌فروشی با یکدیگر همکاری کنند و قیمت‌گذاری را با هماهنگی یکدیگر انجام دهند.

در زنجیره تأمین با تقاضای کاهشی در حالت متمرکز، هرچه قدر ضریب γ (ضریب کاهش تقاضا) افزایش یابد، بهتر است تا کتاب الکترونیک در زمان‌های دیرتری به بازار معرفی شود؛ ولی در حالت غیرمتمرکز از آنجایی که ناشر تصمیم‌گیرنده نهایی است، با افزایش ضریب γ ، باید کتاب الکترونیک در زمان‌های زودتری از دوره عمر محصول

منتشر و پخش شود. همچنین برای حالت تقاضای ثابت نتیجه‌گیری شد که نسخه الکترونیک کتاب یا باید تولید نشود و یا اینکه هم‌زمان با نسخه چاپی به بازار ارائه شود؛ برای تقاضای کاهشی در حالت بهینه، موعد ارائه نسخه الکترونیک کتاب به بازار ممکن است هر زمانی از دوره عمر محصول باشد.

به نظر می‌رسد پیوستن به نشر الکترونیک و استفاده از مزایای آن، آینده‌ای است که حتی برای ناشران ایرانی با تمام مشکلات یادشده، گریزناپذیر است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود کلیه بازیگران صنعت نشر ایران در برنامه‌های حال و آینده خود استفاده از زنجیره تأمین دوکاناله و تأمین منابع الکترونیکی برای کاربران و خوانندگان را در نظر داشته باشند. از جمله راهکارهایی که برای بهبود این بازار به وسیله دیگر پژوهشگران پیشنهاد شده است، ترویج و تبلیغ مزایای کتاب الکترونیکی، تبلیغ کتاب‌خوانی در صدا و سیما، معرفی کتاب الکترونیک، معرفی تارنماها و درگاه‌ها، حمایت نهادهای مسئول و متولی از این تارنماها (ایرنا، ۱۳۹۴)، وضع قوانین حقوقی و اجراکردن آن (فهیمی‌فر، حیدری، ۱۳۹۳)، دسترسی عموم مردم به اینترنت پرسرعت و استفاده از دستگاه‌های مخصوص خواندن (توکل، بنی جمالی، ۱۳۹۳) است.

برای انجام پژوهش‌های آینده در این رابطه، پیشنهاد می‌شود تا یک کانال سوم مربوط به فروش مستقیم کتاب‌های چاپی به مدل اضافه شود یا هزینه‌های تبلیغات کتاب‌ها و تأثیر آن بر توابع تقاضا در نظر گرفته و تابع تقاضا به صورت احتمالی تعریف شود. مطلوب است نتایج این پژوهش در یک شبکه تولید و توزیع واقعی کتاب پیاده‌سازی و کارایی آن در شرایط واقعی ارزیابی شود.

References

- Aptara (2010). Ebooks, a second look: Assessing the latest impact of ebooks on the publishing market. Retrieved from www.bargainbooknews.com/PDF/Aptara_eBookSurvey2.pdf
- Chen, Y. C., Fang, S., Wena, U. (2013). "Pricing policies for substitutable products in a supply chain with Internet and traditional channels". *European Journal of Operational Research*, 3 (224): 542–551.
- Dai, Y., Chao, X., Fang, S.-C., Nuttle, H.L.W. (2005). "Pricing in revenue management for multiple firms competing for customers". *International Journal of Production Economics*, (98): 1–16.
- Dantas, D.C., Taboubi, S. & Zaccour, G. (2014). "Which business model for e-book pricing?" *Economics Letters*, 125(1): 126–129.
- Fahimifar, S. & Heidary, E (2014). "Economic dimensions of e-book publishing: Views from within the publishing industry". *National Studies on Librarianship and Information Organization*, 25(2): 1-175. (In Persian).
- Gabbatt, A. (2011). "Amazon and Waterstones report downloads eclipsing printed book sales". The Guardian, Retrieved from <http://www.guardian.co.uk/books/2011/may/19/amazon-waterstones-ebook-sales>, accessed April 11th 2012.
- Hariri, N. & Esmaeili Golsefid, M. (2015). "Analysis of macro processes of supply chain management of Persian books in libraries of Tehran University of Medical Sciences and Health Services". *Epistemology*, 8(30):31-46. (In Persian).
- Ho, H., Wang, L. & Cheng, H. (2011). "Authors, publishers, and readers in publishing supply chain: the contingency model of digital contents production, distribution, and consumption", *Systems Engineering Procedia*, 2: 398-405.

- Honarmand Sari, M. (2012). "Analysis of book supply chain and its effective factors". *Ketab-e Mehr*, 5: 46-71. (In Persian).
- Hua, G., Cheng, T.C.E., Wang, S. (2011). "Electronic books: To "E" or not to "E?" A strategic analysis of distribution channel choices of publishers". *Int. J. Production Economics*, 129: 338–346.
- IRNA (2015). "Ebook or printed book are not important: we do not have book reader and book user". *Chap o Nashr*, 11(129): 117-119. (In Persian).
- Jiang, Y., & Katsamakos, E. (2010, January). "The impact of e-book technology on book retailing. In System Sciences (HICSS)", 2010 43rd Hawaii International Conference on (1-8). IEEE.
- KhalaatBari, F. (2014). "Book publication: yesterday, today, tomorrow." *Information & Communication Quarterly Book Review*, 1(1,2): 265-270. (In Persian).
- Kurata, H., Yao, D.Q., Liu, J.J. (2007). "Pricing policies under direct vs. indirect channel competition and national vs. store brand competition". *European Journal of Operational Research*, 180: 262–281.
- Li, Y., Lin, Z., Xu, L., Swain, A. (2015). "Do the electronic books reinforce the dynamics of book supply chain market? –A theoretical analysis". *European Journal of Operational Research*, 245(2): 591-601.
- Matlabi, D. (2011). Analysis of book publication economy during 30 years after Islamic Republic of Iran and determining the important factors. PhD Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. (In Persian).
- Maxim, A., Maxim, A. (2012). "The role of e-books in reshaping the publishing industry". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62: 1046 – 1050.
- Mehdi Zadeh, T. (2012). "Publishing without printing: gathering experts view about Electronic Publishing Challenge in Iran". *Chap o Nashr*, 2(4): 65-75. (In Persian).
- Mohseni, H. & Azadi, F (2013). "Determining costs and book pricing". *Ketab-e Mah (Kolliyat)*, 15(12): 38-45. (In Persian).
- Nasrollahi, A. & Mehdi Zadeh, T. (2012). "Electronic Publishing Challenges in Iran". *Chap o Nashr*, 5: 65-76. (In Persian).
- Rao, K. N, Tripathi, M., Kumar, S. (2016). "Cost of Print and Digital Books: A Comparative Study", *The Journal of Academic Librarianship*, 42(4): 445-450.
- Rasuoli, S., Amun, M., Panjali Asl, M. & Eftekhari, A (2013). "Comparative assessment of e-book publications Desirability in Iranian's views". *Chap o Nashr*, 3(6): 51-59. (In Persian).
- Reitz, J. M. (2016). Electronic book. *Online Dictionary for Library and Information Science (ODLIS)*. Retrieved from http://www.abc-clio.com/ODLIS/odlis_e.aspx#electronicbook.
- Snowhill, L. (2001). "Ebooks and their future in academic". *D-Lib Magazine*, 7(7-8). Retrieved from www.dlib.org.
- Tavakol, M. & BaniJamal (2014). "Investigating e-book publishing in Iran and how Iranian users consume Ebooks". *Strategic Studies on Youth and Sports*, 13(24): 127-140. (In Persian).
- Vasileiou, M., Hartley, R., Rowley, J. (2009). "An overview of the ebook marketplace". *Online Information Review*, 33(1): 173-192
- Wagner, D.C., Schmitt, T.A., Schäfer, R., Guhr, T., Wolf, D.E. (2014). "Analysis of a decision model in the context of equilibrium pricing and order book pricing". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 415: 347-353.

- Wischenbart, R. and et al (2016). The "Global Ebook" Report eBook : A report on market trends and developments. USA: Rudiger Wischenbart. www.global-ebook.com.
- Wischenbart, R. (2013). The global eBook market: current conditions & future projections. "O'Reilly Media, Inc."
- Yang , L. (2009) "The effect of the Internet in the book retail market". *Asian Social Science*, 5(2): 90-92.
- Yao, D.Q., Liu, J.J. (2005). "Competitive pricing of mixed retail and e-tail distribution channels". *Omega*, 33: 235–247.
- Yao, D.Q., Yue, X., Liu, J.J. (2008). "Vertical cost information sharing in a supply chain with value-adding retailers". *Omega*, 36: 838–851.

^۱ این دو می‌توانند مشترک یا در قالب دو بخش جداگانه باشند.

- ^۲ Reitz
- ^۳ Hua, Cheng & Wang
- ^۴ Yang
- ^۵ Aptara
- ^۶ Vasileiou
- ^۷ Snowhill
- ^۸ Wischenbart
- ^۹ Gabbatt
- ^{۱۰} Publishers Weekly
- ^{۱۱} Ho, Wang & Cheng
- ^{۱۲} Maxim & Maxim
- ^{۱۳} Jiang & Katsamakos
- ^{۱۴} Dantas, Taboubi & Zaccour
- ^{۱۵} Li, Lin, Xu & Swain
- ^{۱۶} Royalty and buyout agreement
- ^{۱۷} Rao, Tripathi & Kumar
- ^{۱۸} Wagner, Schmitt & Schäfer
- ^{۱۹} Agent-based model
- ^{۲۰} Dai, , Chao, Fang
- ^{۲۱} Yao & Liu
- ^{۲۲} Kurata, Yao & Liu
- ^{۲۳} Yao, Yue & Liu
- ^{۲۴} Chen, Fang & Wena