



تصمیم‌گیری در یک زنجیره تأمین دو سطحی بر اساس ساختارهای استاکلبرگ و کورنو

مرتضی طاهری فرد (نویسنده مسؤول)

کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران

Email: mo.taherifard@gmail.com

ابراهیم تیموری

استادیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران

مرضیه ابراهیمی شقاقی

عضو هیأت علمی آموزشکده فنی حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۳ * تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۱

چکیده

در این تحقیق تصمیمات قیمت گذاری و سفارش دهی یک زنجیره تأمین دو سطحی تحت تقاضای احتمالی شامل یک تولیدکننده و دو خرده فروش رقیب مورد بررسی قرار می‌گیرد. در یک بازی استاکلبرگ^۱ میان دو سطح زنجیره تأمین، تولیدکننده به عنوان رهبر و خرده فروشان به عنوان پیرو، تصمیمات مربوط به قیمت گذاری و سفارش دهی را اتخاذ می‌کنند. در این مقاله سیاستهای قیمت گذاری بهینه و سودهای اعضای زنجیره مورد محاسبه قرار گرفته و نشان داده می‌شود که از میان دو سناریوی رقابتی استاکلبرگ و کورنو^۲ میان خرده فروشان، ساختار رقابتی کورنو موجب می‌شود که خرده فروشان، قیمت فروش پایینتری را نسبت به ساختار استاکلبرگ انتخاب کنند و در نتیجه ساختار کورنو سود کمتری را عائد خرده فروشان می‌نماید. همچنین در هر دو ساختار رقابتی کورنو و استاکلبرگ، سود تولیدکننده از دو برابر کل سود خرده فروشان بیشتر می‌باشد.

کلمات کلیدی: زنجیره تأمین^۳، رقابت^۴، قیمت گذاری^۵، تقاضای حساس به قیمت^۶.

^۱.Stackelberg

^۲.Cornot

^۳.Supply chain

^۴.Competition

^۵.Pricing

^۶.Price-sensitive demand

۱- مقدمه

یک موضوع بسیار مهم که اخیراً در حوزه مدیریت زنجیره تأمین ظهور کرده است، چگونگی تأثیر پذیری تصمیمات توسط رفتارهای رقابتی یا غیر رقابتی میان دو سطح در زنجیره تأمین می باشد. بسیاری از مدل‌های زنجیره تأمین در این موضوع توسعه یافته اند، اما تعداد کمی از آنها رقابت میان تولید کنندگان/تأمین کنندگان مختلف در بازار بالادستی یا رقابت میان خریداران/خرده فروشان مختلف در بازار پایین دستی را در یک زنجیره تأمین دو سطحی مورد بررسی قرار داده اند. هدف اصلی این مقاله تحلیل اثرات رفتارهای گوناگون رقابتی (کورنو و استاکلبرگ) میان خرده فروشان بر روی تصمیمات بهینه و سود کانال یک زنجیره تأمین دو سطحی با حضور یک تولید کننده و دو خرده فروش می باشد. معماری این تحقیق بدین صورت می باشد که در این بخش، ادبیات مربوط به ساختارهای رقابتی در زنجیره تأمین دو سطحی مرور شده است. در بخش مواد و روش های تحقیق، مدل‌های کورنو و استاکلبرگ در زنجیره تأمین دو سطحی و همچنین مقایسه ای میان جوابهای بهینه دو مدل زنجیره تأمین در حالت $a_1 = a_2 = a$ و $D_1 = D_2 = D$ به صورت تحلیلی ارائه شده و با بکارگیری چهار مثال به تحلیل عددی مدلها پرداخته شده و در نهایت بخش بحث و نتایج ارائه شده است.

تحقیقات گوناگونی در حوزه هماهنگی زنجیره تأمین صورت گرفته است. بسیاری از آنها بر ساختار استاکلبرگ متمرکزند و یک تولید کننده/تأمین کننده به عنوان رهبر و یک خریدار/خرده فروش به عنوان پیرو به فعالیت در این بازی مشغولند. این نوع بازی به "تولید کننده-استاکلبرگ" معروف است. به طور کلی در این نوع تحقیقات فرض می شود که تقاضای بازار بر اساس یک تابع تقاضای قطعی که برای تولید کننده و خرده فروش مشخص است، با قیمت خرده فروشی تغییر می کند. تولید کننده بر اساس تابع عکس العمل بهینه خرده فروش، قیمت محصولش را به گونه ای تنظیم می کند که سودش ماکزیمم شود. سپس خرده فروش، محصولی را که از تولید کننده خریده است، با قیمتی به مشتریانش عرضه می کند که سودش را ماکزیمم نماید. به طور مثال (Parlar & Wang, 1994) یک طرح تخفیف مقدار کلی را به یک سیستم زنجیره تأمین دو سطحی شامل یک تأمین کننده و یک خرده فروش اضافه کرده اند. آنها نشان داده اند که هم تأمین کننده و هم خرده فروش می توانند سود هنگفتی را از تخفیف مقدار تحت بازی استاکلبرگ بدست آورند. از نقطه نظر بازاریابی، (Chopra & Meindl, 2001) نشان می دهند که تولید کننده می تواند یک طرح تخفیف مقدار مناسب با حصول کارایی ۱۰۰ درصد را تحت ساختار "تولید کننده-استاکلبرگ"، به خرده فروش ارائه دهد. (Lau & Lau, 2002) به بررسی تأثیرات منحنی های مختلف تقاضا بر جواب بهینه یک سیستم دو سطحی بر اساس ساختار "تولید کننده-استاکلبرگ" پرداخته اند. آنها نشان می دهند که تحت یک رابطه نزولی میان قیمت و تقاضا، سود تولید کننده دو برابر سود خرده فروش می باشد. دیگر تحقیقات مرتبط با این موضوع عبارتند از (Porteus, 1984)، (Arcelus & Srinivasan, 1987) و (Moorthy, 1988). در سیستم زنجیره تأمین دو سطحی، بازی دیگری که بر خلاف "تولید کننده-استاکلبرگ" عمل می کند به بازی "خرده فروش-استاکلبرگ" معروف است. در این ساختار، خرده فروش به عنوان رهبر استاکلبرگ و تولید کننده به عنوان پیرو به فعالیت می پردازند. گرچه این نوع ساختار به طور محدودی در ادبیات مورد بررسی قرار گرفته شده است، اما برای مطالعه این ساختار انگیزه های بسیاری وجود دارد. به عنوان مثال (Choi, 1991) به بررسی یک سیستم دو سطحی "خرده فروش-استاکلبرگ" با دو تولید کننده و یک منحنی تقاضای خطی پرداخته است. (Messinger & Narasimhan, 1995) بحث جالبی در مورد چگونگی انتقال قدرت استاکلبرگ به خرده فروش در کانال خواربار فروشی ارائه کرده است. (Ertek & Griffin, 2002) به توسعه یک مدل زنجیره تأمین دو سطحی پرداخته اند که در آن هم ساختار "خرده فروش-استاکلبرگ" و هم ساختار "تولید کننده-استاکلبرگ" بکار گرفته شده است. (Lau & Lau, 2005) با در نظر گرفتن یک سیستم "خرده فروش-استاکلبرگ" شامل یک تولید کننده و یک خرده فروش، اثر شکل منحنی تقاضا بر جواب بهینه را مورد تحلیل و بررسی قرار داده اند. مدل‌های استاکلبرگ دو سطحی دیگر با تقاضای حساس به قیمت، عمدتاً بر تقاضای احتمالی، عدم تقارن اطلاعات و فاکتورهای دیگری متمرکزند. به عنوان مثال (Cachon, 2001) مدل‌های تئوری بازیها را برای حالات رقابتی مدل‌های مرور دوره ای و مرور دائم توسعه داده است. (Moses & Seshadri, 2000) یک مدل مرور دوره ای همراه با فروش از دست رفته را مورد بررسی قرار داده است. (Chu

(Messinger, 1997) به بررسی تأثیر عدم تقارن تقاضا بر سود کانال پرداخته‌اند. با این وجود بسیاری از مدل‌های مذکور تنها یک خرده‌فروش را در نظر گرفته‌اند. (Coughlan & Wernefelt, 1989) یک سیستم دو سطحی شامل چندین خرده‌فروش همگن را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. (Ingene & Parry, 1995) مدل (Coughlan & Wernefelt, 1989) را با لحاظ خرده‌فروشان غیر همگن توسعه داده‌اند. آنها در مدلشان که از تابع تقاضای خطی بهره می‌برد و تقاضای خرده‌فروشان نیز پیوسته و قطعی فرض می‌شود، تنها اثر رفتار رقابتی کورنو را میان خرده‌فروشان در نظر گرفته‌اند. (Wang & Wu, 2000) مدلی مشابه را توسعه داده و یک سیاست قیمت‌گذاری که به نفع تولیدکننده است را در حضور خرده‌فروشان متفاوت ارائه می‌دهند. (Chen et al., 2010) قرارداد هماهنگی در یک کانال تأمین‌کننده-خرده‌فروش که یک محصول مد را تحت تقاضای وابسته به قیمت و احتمالی تولید و به فروش می‌رسانند، مورد بررسی قرار داده و ریسک و سود را میان اعضای کانال تقسیم می‌کنند. (Zhao et al., 2010) به بررسی هماهنگی زنجیره تأمین متشکل از تولیدکنندگان و خرده‌فروشان که دارای تناقضاتی در نحوه و زمان انجام سفارشات هستند، پرداخته و با بهره‌گیری از رویکرد یکپارچه تئوری بازیها، قراردادهای زنجیره تأمین را جهت هماهنگی بکار می‌گیرند. با توجه به تمامی مطالعات صورت گرفته در مورد هماهنگی زنجیره تأمین دو سطحی، لازم به ذکر است که به دو دلیل تحقیق حاضر شکل گرفته است: (۱) یافتن این نکته که چگونه رفتارهای رقابتی و غیر رقابتی خرده‌فروشان بر سیاست قیمت‌گذاری تولیدکننده تأثیر می‌گذارد؟ (۲) دانستن این امر که با وجود مواجه بودن تولیدکننده با خرده‌فروشان رقیب، آیا رهبر بودن تولیدکننده بنا به اظهار نظر لائو و لائو همچنان در کسب سود، منفعت بیشتری برای تولیدکننده خواهد داشت یا خیر؟ این مقاله از دو جنبه نیز دارای نوآوری می‌باشد: (۱) این مقاله ادبیات موجود در زنجیره تأمین دو سطحی را با در نظر گرفتن خرده‌فروشان رقیب بر اساس دو ساختار کورنو و استاکبریگ توسعه می‌دهد. (۲) این مقاله حالت کلی تری از منحنی تقاضای نزولی حساس به قیمت را در مقایسه با مدل‌های دو سطحی موجود نظیر (Ingene & Parry, 1995) در نظر می‌گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

این مقاله یک زنجیره تأمین دوسطحی شامل یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش را مورد بررسی قرار می‌دهد. مکانیسم تعاملی موجود میان دو سطح دارای ساختار استاکبریگ بوده که در آن تولیدکننده به عنوان رهبر، قیمت محصولش را تعیین و به دو خرده‌فروش اعلام می‌کند و سپس دو خرده‌فروش به عنوان پیرو به طور مستقلی قیمت فروش در بازار و همچنین مقداری را که به تولیدکننده سفارش می‌دهند را تعیین می‌نمایند. پارامترهای موجود در این مقاله عبارتند از:

p_i : قیمت فروش خرده‌فروش i ، $i = 1, 2$

Π_{ri} : سود خرده‌فروش i

Π_m : سود تولیدکننده

w : قیمت فروش تولیدکننده

c : هزینه تولید هر واحد محصول

Q_i : تقاضای قطعی پیش روی خرده‌فروش i و یا مقدار سفارش خرده‌فروش i

R : نسبت سود تولیدکننده به کل سود خرده‌فروشان $\left(\frac{\Pi_m}{\sum_{i=1}^2 \Pi_{ri}} \right)$

فرض می‌شود که خرده‌فروش i به صورت ذیل دارای تابع تقاضای حساس به قیمت می‌باشد:

$$Q_i = (D_i - a_i p_i + \theta p_j) \quad \text{for } i, j = 1, 2 \quad (1)$$

به طوری‌که $a_i > 0$ ، $D_i > 0$ و $a_i < \theta < 0$ و D_i تقاضای پیش روی خرده‌فروش i است، اگر قیمت‌های دو خرده‌فروش برابر صفر باشند، a_i نشان‌دهنده میزان حساسیت میزان فروش خرده‌فروش i به تغییرات قیمتش می‌باشد و θ درجه قابلیت

جایگزینی خرده فروشان با یکدیگر است که تأثیر بازاریابی خرده فروشان بر تقاضای مشتریان را نشان می دهد. چند محقق نظیر (Ingene & Parry, 1995) به طور موفقیت آمیزی این نوع منحنی تقاضا با $a_i = 1$ را بکار گرفته اند.

در بخش اول ابتدا به توسعه مدل‌های زنجیره تأمین دو سطحی شامل یک تولید کننده و دو خرده فروش رقیب در دو سناریوی رقابتی مختلف کورنو و استاکلبرگ پرداخته می شود که هم تولید کننده و هم خرده فروشان می توانند چگونگی اتخاذ تصمیماتشان را بیان کنند. این تحقیق وضعیت‌هایی را مورد بررسی قرار می دهد که طی آن، خرده فروشان می تواند تحت دو ساختار رقابتی زیر با یکدیگر رفتار کنند:

۱- تحت ساختار کورنو، هر خرده فروش به طور مستقل قیمت فروش و مقدار سفارشش را با در نظر گرفتن قیمت رقیبش به عنوان یک پارامتر، تعیین می کند.

۲- تحت ساختار استاکلبرگ، یک خرده فروش به عنوان رهبر و دیگری به عنوان پیرو اقدام به تعیین قیمت فروش و مقدار سفارش می نمایند.

در حالت اول که میان خرده فروشان بازی کورنو برقرار است یک سیستم دو سطحی در نظر گرفته می شود که در آن تولید کننده، قیمت w را تعیین نموده و سپس خرده فروشان، در پاسخ به این قیمت، به طور مستقل تحت بازی کورنو اقدام به تنظیم قیمت فروش و مقدار سفارششان می نمایند. به ازاء هر قیمت w که توسط تولید کننده اعلام می شود، سود هر یک از خرده فروشان تنها به قیمت فروششان وابسته است:

$$\Pi_{r_1} = (p_1 - w)Q_1 = (p_1 - w)(D_1 - a_1 p_1 + \theta p_2) \quad (2)$$

$$\Pi_{r_2} = (p_2 - w)Q_2 = (p_2 - w)(D_2 - a_2 p_2 + \theta p_1) \quad (3)$$

بنابراین خرده فروش ۱، Π_{r_1} را با توجه به p_1 به عنوان متغیر و p_2 به عنوان یک پارامتر، ماکزیمم خواهد کرد و خرده فروش ۲، Π_{r_2} را با توجه به p_2 به عنوان متغیر و p_1 به عنوان پارامتر، ماکزیمم می نماید. بنابراین برای هر w داده شده، قیمت‌های فروش بهینه خرده فروشان (p_1^*, p_2^*) با حل معادلات $d\Pi_{r_1}/dp_1 = 0$ و $d\Pi_{r_2}/dp_2 = 0$ به صورت زیر بدست می آیند:

$$p_1^* = [\gamma a_2 (D_1 + a_1 w) + \theta (D_2 + a_2 w)] / (\gamma a_1 a_2 - \theta^2) \quad (4)$$

$$p_2^* = [\gamma a_1 (D_2 + a_2 w) + \theta (D_1 + a_1 w)] / (\gamma a_1 a_2 - \theta^2) \quad (5)$$

با جایگزینی (۴) و (۵) در معادله (۱)، مقادیر سفارش بهینه خرده فروشان به صورت زیر خواهند بود:

$$Q_1^* = D_1 + [a_1 \theta (D_2 + a_2 w) + (\theta^2 - \gamma a_1 a_2) (D_1 + a_1 w)] / (\gamma a_1 a_2 - \theta^2) \quad (6)$$

$$Q_2^* = D_2 + [a_2 \theta (D_1 + a_1 w) + (\theta^2 - \gamma a_1 a_2) (D_2 + a_2 w)] / (\gamma a_1 a_2 - \theta^2) \quad (7)$$

معادلات (۴) تا (۷) توابع عکس العمل بهینه خرده فروشان را به ازاء هر w تعیین شده از سوی تولید کننده نشان می دهند. تولید کننده از توابع عکس العمل خرده فروشان به ازاء هر w ای که انتخاب می کند، اطلاع دارد و از اینرو سود تولید کننده برابر می شود با:

$$\Pi_m = (w - c)(Q_1^* + Q_2^*) \quad (8)$$

از معادله بالا می توان به سادگی مشاهده کرد که علامت مشتق دوم Π_m نسبت به w هم علامت با R_1 می باشد:

$$R_1 = \theta^2 (a_1 + a_2) - \gamma a_1 a_2 (a_1 + a_2) + \gamma a_1 a_2 \theta \quad (9a)$$

و با ساده کردن معادله بالا داریم:

$$R_1 = (\theta^2 - a_1 a_2) (a_1 + a_2) + a_1 a_2 [\gamma \theta - (a_1 + a_2)] \quad (9b)$$

از آنجائیکه داریم $\forall i = 1, 2, \theta < a_i < 0$ ، واضح است که $R_1 < 0$ می باشد، بدین معنی که سود تولید کننده Π_m تابع مقعری از w است. با حل معادله $d\Pi_m/dw = 0$ قیمت فروش بهینه تولید کننده بدست می آید:

$$w^* = c/2 - [\gamma a_1 a_2 (D_1 + D_2) + \theta D_1 a_2 + \theta D_2 a_1] / (\gamma R_1) \quad (10)$$

با در نظر گرفتن (۱۰)، (۲)، (۳) و همینطور (۴) تا (۸) سیاستهای بهینه و سودهای متناظر تولید کننده و خرده فروشان مشخص می شوند.

در حالت دوم که میان خرده فروشان بازی استاکلبرگ برقرار است، فرض می شود که یکی از خرده فروشان (خرده فروش ۱) به عنوان رهبر و دیگری (خرده فروش ۲) به عنوان پیرو در بازی استاکلبرگ به فعالیت می پردازند. به ازاء هر (p_1, p_2, w) داده شده، برای سودهای خرده فروشان داریم:

$$\Pi_{r_1} = (p_1 - w)Q_1 = (p_1 - w)(D_1 - a_1 p_1 + \theta p_2) \quad (11)$$

$$\Pi_{r_2} = (p_2 - w)Q_2 = (p_2 - w)(D_2 - a_2 p_2 + \theta p_1) \quad (12)$$

پیرو (خرده فروش ۲) با در نظر گرفتن $(2a_2)/(D_2 + a_2 w + \theta p_1)$ ، $p_2 = (D_2 + a_2 w + \theta p_1)/(2a_2)$ ، که بر اساس حل معادله $d\Pi_{r_2}/dp_2 = 0$ حاصل می شود، قیمت فروشش را بر مبنای قیمت فروش خرده فروش ۱ جهت ماکزیمم کردن سودش تنظیم می نماید. خرده فروش ۱ نیز با توجه به تابع عکس العمل خرده فروش ۲ به ماکزیمم سازی سودش می پردازد. با قرار دادن قیمت خرده فروش ۲ در تابع سود خرده فروش ۱ خواهیم داشت:

$$\Pi_{r_1} = (p_1 - w)(2a_2 D_1 + \theta D_2 - 2a_1 a_2 p_1 + \theta^2 p_1 + a_2 \theta w)/(2a_2) \quad (13)$$

از معادله بالا به سادگی مشاهده می شود که سود خرده فروش ۱ به دلیل $\theta < a_i$ تابع مقعری از p_1 می باشد. بنابراین برای هر w که از سوی تولید کننده تنظیم می شود، خرده فروش ۱ (رهبر) می تواند قیمت فروش بهینه اش را از حل معادله $d\Pi_{r_1}/dp_1 = 0$ به صورت زیر داشته باشد:

$$p_1^* = (2a_2 D_1 + \theta D_2 + 2a_1 a_2 w + a_2 \theta w - \theta^2 w)/(2(2a_1 a_2 - \theta^2)) \quad (14)$$

با توجه به این قیمت فروش بهینه در معادله بالا، ماکزیمم سود خرده فروش ۱ عبارت است از:

$$\Pi_{r_1}^* = (2a_2 D_1 + \theta D_2 - 2a_1 a_2 w + a_2 \theta w + \theta^2 w)^2 / 4a_2 (2a_1 a_2 - \theta^2) \quad (15)$$

سپس قیمت فروش بهینه و ماکزیمم سود خرده فروش ۲ با قرار دادن قیمت فروش بهینه خرده فروش ۱ در تابع عکس العمل خرده فروش ۲ می تواند به صورت ذیل حاصل شوند:

$$p_2^* = (2a_2 \theta D_1 + 4a_1 a_2 D_2 - \theta^2 D_2 + 4a_1 a_2 w + 2a_1 a_2 \theta w - a_2 \theta^2 w - \theta^2 w) / 4a_2 (2a_1 a_2 - \theta^2) \quad (16)$$

$$\Pi_{r_2}^* = (\theta^2 D_2 - 2a_2 \theta D_1 - 4a_1 a_2 D_2 + 4a_1 a_2 w - 2a_1 a_2 \theta w - 3a_2 \theta^2 w + \theta^2 w) / 16a_2 (2a_1 a_2 - \theta^2)^2 \quad (17)$$

از آنجایی که تولید کننده از توابع عکس العمل خرده فروشان (قیمتهای بهینه خرده فروشان) به ازاء هر مقداری از w آگاهی دارد، سودش به صورت زیر خواهد شد:

$$\Pi_m = (w - c)(Q_1^* + Q_2^*) = (w - c)[D_1 + D_2 - (a_1 p_1^* + a_2 p_2^*) + \theta(p_1^* + p_2^*)] \quad (18)$$

به سادگی می توان تشخیص داد که علامت مشتق دوم سود تولید کننده نسبت به w ، عکس علامت R_p می باشد:

$$R_p = (4a_1^2 a_2^2 + 4a_1 a_2^2 - 4a_1 a_2 \theta - 4a_1 a_2 \theta^2 - 3a_2^2 \theta^2 + 2a_2 \theta^2 + \theta^4) \quad (19)$$

به دلیل اینکه $0 < \theta < a_i \quad \forall i = 1, 2$ ، داریم:

$$R_p = 4a_1 a_2^2 (a_1 - \theta) + (a_2^2 - \theta^2)(a_1 a_2 - \theta^2) + (3a_1^2 + 3a_1 - 2\theta^2)a_2 (a_2 - \theta) > 0 \quad (20)$$

بنابراین سود تولید کننده Π_m نیز تابع مقعری از w می باشد و هنگامی که خرده فروشان در بازار پایین دستی به بازی استاکلبرگ می پردازند، تولید کننده قیمت فروش بهینه اش را با حل معادله $d\Pi_m/dw = 0$ به صورت زیر بدست خواهد آورد:

$$w^* = c/2 + A/2R_p \quad (21)$$

به طوریکه:

$$A = 2a_1 a_2 [\theta a_2 + 2a_2 (D_1 + D_2)] - \theta [-2a_2^2 D_1 + \theta^2 D_2 + \theta a_2 (2D_1 + D_2)] \quad (22)$$

بنابراین با در نظر گرفتن معادلات ۲ و ۳ و همچنین ۱۴ تا ۱۸، می توان سیاستهای قیمت گذاری بهینه و سودهای ماکزیمم تولید کننده و خرده فروشان را بدست آورد.

بر اساس تحلیلهای صورت گرفته و محاسبات ریاضی، مقایسه ای میان جوابهای بهینه دو مدل زنجیره تأمین (کورنو و استاکلبرگ)، در حالت خاص $D_1 = D_2 = D$ و $a_1 = a_2 = a$ که به طور شهودی بیانگر مواجه بودن خرده فروشان با تقاضای بازار مشابهی می باشد، در جدول ۱ آورده شده است. ردیف ۱ جدول ۱ نشان دهنده نوع بازی موجود میان خرده فروشان،

ردیفهای ۲ تا ۷ در جدول ۱ به ترتیب نشان دهنده سیاستهای قیمت گذاری بهینه و ماکزیمم سود خرده فروش ۱، خرده فروش ۲ و تولید کننده می باشند. ردیفهای ۸ و ۹ به ترتیب نسبت سود تولید کننده به سودهای خرده فروشان و کل سود کانال را نشان می دهند. از این جدول مشاهده می شود که رفتارهای رقابتی مختلف خرده فروشان اثری بر سیاست قیمت گذاری بهینه تولید کننده ندارد، ولی در مورد سیاستهای قیمت گذاری بهینه خرده فروشان تغییراتی مشاهده می شود. با توجه به جدول ۱ می توان مشاهدات زیر را اثبات کرد که البته اثبات این مشاهدات در پیوست ارائه شده است.

مشاهده (۱): از میان این دو سناریوی رقابتی خرده فروشان، ساختار رقابتی کورنو موجب می شود که خرده فروشان، قیمت فروش پایینتری را نسبت به ساختار استاکلبرگ انتخاب کنند و در نتیجه ساختار کورنو سود کمتری را عائد خرده فروشان می نماید.

مشاهده (۲): در هر دو ساختار رقابتی، سود تولید کننده از دو برابر کل سود خرده فروشان بیشتر است.

مشاهده (۳): کل سود تولید کننده تحت بازی کورنو، بیشتر از سود حاصله از ساختار استاکلبرگ می باشد.

مشاهده (۴): در ساختار کورنو، کل سود زنجیره تأمین بیشتر از سود حاصله از ساختار استاکلبرگ می باشد.

همچنین از جدول ۱ مشاهده می شود که بر اساس ساختار استاکلبرگ، تفاوت میان سود رهبر (خرده فروش ۱) و پیرو (خرده فروش ۲) منفی می باشد:

$$\Pi_{r1}^* - \Pi_{r2}^* = -(ca - c\theta - D)^2 (3\theta^2 + 4a\theta) / 64a(2a^2 - \theta^2)^2 < 0 \quad (23)$$

این معادله نشان می دهد هنگامی که خرده فروشان با تقاضای بازار یکسانی مواجه باشند و به بازی استاکلبرگ بپردازند، رهبر این بازی که از قدرت بیشتری بهره می برد سود کمتری در مقایسه با پیرو بدست می آورد که البته با انتظاری که وجود دارد متناقض است.

جدول شماره (۱): مقایسه جوابهای بهینه دو مدل زنجیره تأمین دو سطحی در حالت $D_1 = D_2 = D$ و $a_1 = a_2 = a$

	استاکلبرگ	کورنو
p_1^*	$\frac{c(2a^3 - a^2\theta - 2a\theta^2 + \theta^3) + D(\epsilon a^2 - a\theta - 3\theta^2)}{4(a - \theta)(2a^2 - \theta^2)}$	$\frac{ac(a - \theta) + D(3a - 2\theta)}{2(a - \theta)(2a - \theta)}$
p_2^*	$\frac{c(4a^4 - 2a^3\theta - 3a^2\theta - 2a\theta^2 + \theta^4) + D(12a^3 - 2a^2\theta - 7a\theta^2 + \theta^3)}{\lambda a(a - \theta)(2a^2 - \theta^2)}$	$\frac{ac(a - \theta) + D(3a - 2\theta)}{2(a - \theta)(2a - \theta)}$
w^*	$\frac{c(a - \theta) + D}{2(a - \theta)}$	$\frac{c(a - \theta) + D}{2(a - \theta)}$
Π_{r1}^*	$\frac{(2a + \theta)^2 (ca - c\theta - D)^2}{32(2a^2 - \theta^2)}$	$\frac{a[c(a - \theta) - D]^2}{4(2a - \theta)}$
Π_{r2}^*	$\frac{(\epsilon a^2 2a\theta - \theta^2)^2 (ca - c\theta - D)^2}{64a(2a^2 - \theta^2)}$	$\frac{a[c(a - \theta) - D]^2}{4(2a - \theta)}$
Π_m^*	$\frac{(\lambda a^3 + \epsilon a^2\theta + 3a\theta^2 - \theta^3)(ca - c\theta - D)^2}{16a(a - \theta)(2a^2 - \theta^2)}$	$\frac{a[c(a - \theta) - D]^2}{2(a - \theta)(2a - \theta)}$
$\frac{\Pi_m^*}{(\Pi_{r1}^* + \Pi_{r2}^*)}$	$\frac{4(2a^2 - \theta^2)(\lambda a^3 + \epsilon a^2\theta - 3a\theta^2 - \theta^3)}{(a - \theta)(32a^4 + 32a^3\theta - \lambda a^2\theta^2 - 12a\theta^3 - \theta^4)}$	$1 + \frac{a}{(a - \theta)}$
Π_C^*	$\frac{(\epsilon a^5 + 32a^4\theta - 96a^3\theta^2 - 2\lambda a^2\theta^3 + 23a\theta^4 + 5\theta^5)(ca - c\theta - D)^2}{64a(a - \theta)(2a^2 - \theta^2)^2}$	$\frac{a(3a - 2\theta)[c(a - \theta) - D]^2}{2(a - \theta)(2a - \theta)^2}$

پس از مقایسه جوابهای بهینه دو مدل زنجیره تأمین، به تحلیل عددی پرداخته می‌شود. به طور طبیعی سؤالی که پرسیده می‌شود اینست که آیا کلیه مشاهدات مذکور تحت حالت خاص $D_1 = D_r = D$ و $a_1 = a_r = a$ برای حالت کلی نیز برقرار خواهد بود. این حالت کلی به طور شهودی می‌تواند به عنوان دو خرده فروش رقیب که مواجه با تقاضای بازار نامشابه هستند، بیان شود. جهت پاسخ به سؤال مطرح شده، با توجه به اینکه بررسی نتایج تحلیلی نسبتاً پیچیده می‌باشد، با توجه به جدول ۲ نتایج عددی مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

D_r/a_r	D_1/a_1	θ	c	a_r	a_1	D_r	D_1	
۱۰	۱۰	۰/۵	۲	۱	۲	۱۰	۲۰	مثال ۱
۲۰	۱۰	۰/۵	۲	۱	۲	۲۰	۲۰	مثال ۲
۷/۱۴۳	۲۰	۰/۵	۲	۲/۸	۱	۲۰	۲۰	مثال ۳
۸/۳۳۳	۱۶/۶۶۷	۰/۵	۲	۱/۲	۱/۲	۱۰	۲۰	مثال ۴

جدول شماره (۲): مثالهای عددی جهت تحلیل عددی ساختارهای رقابتی کورنو و استاکلبرگ

بر اساس داده‌های جدول ۲ و برای هر یک از چهار مثال عددی مذکور، تصمیمات بهینه خرده‌فروشان و تولیدکننده تحت دو سناریوی کورنو و استاکلبرگ مورد محاسبه قرار گرفته و نتایج عددی آن در جدول ۳ آورده شده است.

Π_c^*	Π_m^*	$\Pi_{r_2}^*$	$\Pi_{r_1}^*$	w^*	p_r^*	p_1^*	مثال	نوع رقابت
۷۲/۹۲	۵۱/۴۸	۱۱/۶۴	۹/۸۰	۸/۵۷	۱۱/۹۸	۱۰/۷۸	۱	کورنو
۱۶۶/۴۹	۱۰۲/۵۷	۵۷/۹۷	۵/۶۵	۱۱/۲۷	۱۸/۸۸	۱۳/۰۰	۲	
۱۳۴/۳۰	۶۷/۰۸	۱/۸۵	۶۵/۳۷	۸/۴۷	۹/۲۹	۱۶/۵۶	۳	
۱۲۱/۳۱	۸۳/۴۴	۴/۱۳	۳۳/۷۵	۱۱/۷۱	۱۳/۵۷	۱۷/۰۲	۴	
۷۲/۱۹	۵۰/۶۹	۱۱/۷۳	۹/۷۶	۸/۵۸	۱۲/۰۱	۱۰/۸۶	۱	استاکلبرگ
۱۶۵/۴۴	۱۰۱/۷۱	۵۷/۹۲	۵/۸۲	۱۱/۳۲	۱۸/۹۳	۱۳/۰۸	۲	
۱۳۳/۷۸	۶۶/۲۱	۱/۹۹	۶۵/۵۸	۸/۴۴	۹/۲۹	۱۶/۷۳	۳	
۱۱۹/۸۱	۸۱/۳۷	۴/۴۳	۳۴/۰۰	۱۱/۶۷	۱۳/۳۰	۱۷/۲۴	۴	

جدول شماره (۳): مقایسه تصمیمات بهینه اعضای زنجیره به صورت عددی

همان گونه که مشاهده می‌شود قیمت بهینه خرده‌فروشان در بازی کورنو بیشتر از هنگامی است که تحت بازی استاکلبرگ قرار می‌گیرند. مشاهده ۴ برای حالت کلی که ممکن است خرده‌فروشان با تقاضای بازار نامشابه‌ی مواجه شوند برقرار می‌باشد. در شرایط تقاضای متفاوت خرده‌فروشان و تحت بازی استاکلبرگ، خرده‌فروشی که به عنوان رهبر فعالیت می‌کند تنها در صورتی که D_i/a_i بزرگتری نسبت به رقیبش داشته باشد سود خواهد برد. همچنین مشاهده می‌شود که تولیدکننده تحت رفتارهای رقابتی مختلف، قیمت‌های عمده‌فروشی متفاوتی نیز خواهد داشت که البته در حالت خاص $D_1 = D_r = D$ و $a_1 = a_r = a$ اینگونه نمی‌باشد.

۳- نتایج و بحث

این مقاله مدلهای موجود زنجیره تأمین دو سطحی را با در نظر گرفتن ساختارهای رقابتی استاکلبرگ و کورنو توسعه داده است. زنجیره تأمین مورد بررسی در این مقاله شامل یک تولیدکننده به عنوان رهبر و دو خرده‌فروش رقیب به عنوان پیرو می‌باشد. تصمیمات مربوط به قیمت‌گذاری و مقادیر سفارش بهینه برای تولیدکننده و خرده‌فروشان، تحت دو ساختار رقابتی استاکلبرگ و

کورنو ارائه شده اند. بکارگیری ساختارهای رقابتی مختلف منجر به نتایج متفاوتی در سیاستهای قیمت گذاری اعضاء زنجیره گردید که این نتایج عبارتند از: (۱) از میان دو سناریوی رقابتی خرده فروشان، ساختار رقابتی کورنو موجب می شود که خرده فروشان، قیمت فروش پایین تری را نسبت به ساختار استاکلبرگ انتخاب کنند و در نتیجه ساختار کورنو سود کمتری را عائد خرده فروشان می نماید. (۲) در هر دو ساختار رقابتی کورنو و استاکلبرگ، سود تولید کننده از دو برابر کل سود خرده فروشان بیشتر است. (۳) در ساختار رقابتی کورنو، کل سود تولید کننده بیشتر از این سود در ساختار استاکلبرگ می باشد. (۴) در ساختار رقابتی کورنو، کل سود زنجیره تأمین دو سطحی بیشتر از این سود در ساختار استاکلبرگ می باشد.

۴- منابع

- 1- Arcelus, F., J., & Srinivasan, G. (1987). Inventory policies under various optimizing criteria and variable markup rates. *Management Science*, 33, 756–762.
- 2- Cachon, G., P. (2001). Stock wars: inventory competition in a two-echelon supply chain with multiple retailers. *Operations Research*, 49, 658–674.
- 3- Chen, H., Chen, Y., Chiu, C. H., Choi, T.M., & Sethi, S. (2010). Coordination mechanism for supply chain with leadtime consideration and price-dependent demand, *European Journal of Operational Research*, 203 (1), 70-80.
- 4- Choi, S.C. (1991). Price competition in a channel structure with a common retailer. *Marketing Science*, 10, 271–296.
- 5- Chopra, S., & Meindl, P. (2001). *Supply Chain Management*. Prentice-Hall, New Jersey.
- 6- Chu, W., & Messinger, P.R. (1997). Information and channel profits. *Journal of Retailing*, 73, 487–499.
- 7- Coughlan, A., & Wernerfelt, B. (1989). On credible delegation by oligopolists: A discussion of distribution channel management. *Management Science* 35, 226–239.
- 8- Ertek, G., & Griffin, P. M. (2002). Supplier- and buyer-driven channels in a two-stage supply chain. *IIE Transactions*, 34, 691–700.
- 9- Ingene, C.A., & Parry, M.E. (1995). Channel cooperation when retailers compete. *Management Science*, 41, 360–377.
- 10- Lau, A., & Lau, H.-S. (2002). Effects of a demand-ciêîÉ'èëÜ~éçã=ÜÉçíã~ä=solutions of a multi-echelon inventory/pricing model. *European Journal of Operational Research*, 147, 530–548.
- 11- Lau, A., & Lau, H. S. (2005). Some two-echelon supply-chain games: improving from deterministic-symmetric-information to stochastic asymmetric-formation models. *European Journal of Operational Research*. Retrieved from [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- 12- Messinger, P. R., & Narasimhan, C. (1995). Has power shifted in the grocery channel? *Marketing Science*, 14, 189–223.
- 13- Moorthy, K.S. (1988). Strategic decentralization in channel. *Marketing Science* 7, 335–355.
- 14- Moses, M., & Seshadri, S. (2000). Policy mechanisms for supply chain coordination. *IIE Transactions*, 32, 245–262.
- 15- Parlar, M., & Wang, Q. (1994). Discounting decisions in a supply-buyer relationship with a linear buyer's demand. *IIE Transactions*, 26, 34–41.
- 16- Porteus, E.L. (1984). Investing in reduced setups in the EOQ model. *Management Science* 31, 998–1010.
- 17- Wang, Q., & Wu, Z. (2000) Improving a supplier's quantity discount gain from many different buyers. *IIE Transactions*, 32, 1071–1079.
- 18- Zhao, Y., Wang, S., Cheng, T.C.E., Yang, X., & Huang, Z. (2010). Coordination of supply chains by option contracts: A cooperative game theory approach, 118-135.