International Journal of Industrial Engineering & Production Management (2017)

September 2017, Volume 28, Number 1
pp 101- 117

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

Presenting a Model for Coordination in Pricing and Cooperation in a Supply Chain with Discount Using Game Theory

Zohreh Saeed Mohammadi & Abolfazl Kazemi*

Zohreh Saeed Mohammadi, *Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University.*
Abolfazl Kazemi, *Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University.*

Keywords

Supply Chain,
Game theory,
Coordination,
Cooperative advertising,
Discount.

ABSTRACT

Supply chains' optimal performance needs to obtain a part of the activities, but these activities have not always been favored chain members and in fact each of the involved members in the chain decides independently to increase their profits and not necessarily profit chain and this leads to poor performance of the entire chain. Coordinating is such an important issue that it is widely considered in the supply chain. Naturally, participatory or non-participatory games theory is one of the most prominent tools for analyzing this type of competition and cooperation issues in supply chain.This paper discusses to coordinate of two-level supply chain consisting of a manufacturer and a retailer with using cooperative advertising along with pricing decisions and Manufacturer offer prices discount to retailer where demand is influenced by both prices and advertising. Cooperative advertising is a concerted effort by channel members that occurs to increase customer demand. By using game theory we consider two models of the relationship between manufacturer and retailer which consists of non-cooperative nash game and cooperative game and bargaining model is discussed to share the extra joint profit in cooperative game based on of players' risk attitude and bargaining power.

نشـــریه بین المللـــی مهنـــدسی صنـــایع و مدیـــریت تولیـــد

شمـــاره ۱، جلـــد ۲۸، بهار ۱۳۹۶

صفحــــه ۱۰۲-۱۱۷

نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید دانشگاه علم و صنعت ایران

ISSN: 2008-4870

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

ارائه مدلی جهت هماهنگی در قیمت‌گذاری و مشارکت در یک زنجیره-تامین با در نظر گرفتن تخفیف با استفاده از نظریه بازی‌ها

زهره سعیدمحمدی و ابوالفضل کاظمی*

کلمات کلیدی

زنجیره تامین،
نظریه بازی‌ها،
هماهنگی،
تبلیغات مشارکتی،
تخفیف.

چکیده:

عملکرد بهینه زنجیره‌تامین، نیازمند صورت گرفتن پاره‌ایی از فعالیت‌ها می‌باشد. اما این فعالیت‌ها همیشه مورد علاقه اعضای زنجیره نبوده و در واقع اعضای درگیر در زنجیره هرکدام تصمیمات خود را به صورت مستقل و با هدف بیشینه‌کردن سود خود و نه لزوماً سود زنجیره می‌گیرند و این امر موجب عملکرد ضعیف کل زنجیره می‌شود. هماهنگ‌سازی از جمله مباحث مهمی است که به شکل وسیع در زنجیره‌تامین مورد توجه قرار می‌گیرد. طبیعتا یکی از برجسته‌ترین ابزارها برای تحلیل این نوع از مسائل رقابت و همکاری در زنجیره‌تامین، نظریه‌بازی‌های مشارکتی و یا غیرمشارکتی می‌باشد. این مقاله به هماهنگ‌سازی زنجیره-تامین دو سطحی با استفاده از تبلیغات مشارکتی همراه با تصمیمات قیمت‌گذاری می‌پردازد و تولیدکننده تخفیف قیمت به خرده‌فروش ارائه می‌دهد و تقاضا تحت تاثیر قیمت و تبلیغات می‌باشد. تبلیغات مشارکتی یک تلاش هماهنگ توسط اعضای کانال می‌باشد که برای افزایش تقاضای مشتری صورت می‌گیرد .با استفاده از نظریه‌بازی‌ها دو مدل رابطه بین تولیدکننده و خرده‌فروش در نظر می‌گیریم که شامل بازی بدون همکاری نش و بازی همکارانه می‌باشد و مدل چانه‌زنی برای تقسیم سود مشترک اضافی در بازی همکارانه براساس ریسک بازیکنان و قدرت چانه‌زنی آنها مطرح شده است.

۱. مقدمه

در دو دهه اخیر، اعضای انجمن‌های علمی و نیز صاحبان مشاغل توجه بیشتری به مدیریت زنجیره‌تامین نشان داده‌اند. جهانی شدن داد و ستدها، افزایش رقابت و کاهش تفاوت بین محصولات از نظرکیفیت و عملکرد، همه دانشمندان و صنعتگران را وادار کرده که در مورد کاراتر و اثربخش‌تر کردن فعالیت‌های تجاری بررسی-های مجدد انجام دهند. عملا آنها متمایل به استفاده از هر وسیله ممکن برای افزایش سود نهایی و افزایش سهم خود در بازار هستند. به طور خاص، آنها جهت رسیدن به اهداف فوق به دنبال ایجاد هماهنگی بین اعضای زنجیره‌تامین هستند [۱]. در مدیریت زنجیره‌تامین، بزرگترین مسئله مدیریت اعضای مجزا اما وابسته‌ی یک زنجیره می‌باشد. برای دستیابی به یک زنجیره‌تامین کارا باید اعضای زنجیره به صورت یک کل واحد و منسجم رفتار کنند. اما در واقعیت اغلب با زنجیره‌های‌تامین غیرمتمرکز روبرو هستیم که در آنها هر یک از اعضاء در راستای بهینه‌سازی اهداف خود که با اهداف دیگر اعضاء در تعارض هستند، تصمیماتی اتخاذ می‌کند. از مهمترین مباحثی که در زنجیره‌تامین مورد توجه قرار می‌گیرد، هماهنگ‌سازی و تلاش در جهت یکپارچه کردن عملیات این واحدهای مستقل به منظور دستیابی به بیشترین سود ممکن از کل زنجیره است. در نتیجه یک نکته کلیدی در بحث مدیریت زنجیره‌تامین توسعه مکانیزم‌هایی است که اهداف اجزاء مستقل را همتراز و بین فعالیت‌ها و تصمیم‌گیری‌های آنها تعامل ایجاد کند تا عملکرد کل سیستم بهینه شود [۲].

تاریخ وصول: ۹۳/۰۸/۰۳

تاریخ تصویب: ۹۴/۰۲/۰۹

زهره سعیدمحمدی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین.

*__نویسنده مسئول مقاله:__ **دکتر ابوالفضل کاظمی،** دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین. abkkaazemi@gmail.com

تبلیغات مشارکتی یک مکانیزم هماهنگی برای فعالیت‌های تبلیغات در زنجیره‌تامین می‌باشد و تعاملی است که در آن تولیدکننده موافقت خود را برای پرداخت قسمتی یا تمام هزینه‌های تبلیغات محلی که توسط خرده‌فروش انجام شده، اعلام می‌نماید که این درصد از هزینه "نرخ مشارکت" نامیده می‌شود. تولیدکننده و خرده‌فروش برنامه‌های تبلیغاتی را برای متقاعدکردن مشتریان برای خرید محصولات خود به‌کار می‌برند ولی تلاش‌های آنان متفاوت هستند به این معنا که هدف از تبلیغات ملی تولیدکننده نفوذ در مشتریان بالقوه وبالا بردن نام تجاری است، درحالی که تبلیغات محلی خرده‌فروش برای ترغیب مشتریان بالقوه برای خرید می‌باشد. با گذشت زمان، این تبلیغات مشتریان بالقوه را به مرحله اقدام کردن به خرید وارد می‌کند. اگر سرمایه‌گذاری در تبلیغات مشارکتی از طرف تولیدکننده نباشد، به طور طبیعی خرده‌فروش مبلغ کمتری از سطح موردنظر تولیدکننده را صرف تبلیغات می‌کند. بنابراین تبلیغات مشارکتی نقش مهمی در رابطه زنجیره تولیدکننده-خرده‌فروش ایفاء می‌کند [۳].

با نگاهی به ادبیات درمی‌یابیم که اکثر تحقیقات بر مبنای هماهنگی در قیمت‌گذاری و مشارکت در تبلیغات در زنجیره‌تامین تمرکز دارند. لذا هدف از تحقیق حاضر، به ایجاد هماهنگی در زنجیره‌های تامین دوسطحی با در نظر گرفتن سه گروه متغیر شامل :تصمیمات قیمت‌گذاری، هزینه‌های تبلیغات و همچنین تخفیف می‌پردازد. مدل جدیدی که در این مقاله مورد بررسی قرارگرفته است ورود مدل تخفیف به مسئله می‌باشد. در تحقیق پیش‌رو مدلی برای تابع تقاضا و توابع سود تولیدکننده و خرده فروش ارائه می‌شود، سپس به منظور تعیین هر یک از متغیرهای تصمیم تولیدکننده و خرده‌فروش در فرایند تعامل بین آنها، رابطه بین این دو بخش به صورت نوعی بازی در نظر گرفته شده است. این مقاله به بررسی یک زنجیره تامین تولیدکننده - خرده‌فروش پرداخته می‌شود که اعضای آن اقدامات تعاملی را برای منافع خود و یا کل زنجیره انجام می‌دهند. زنجیره‌تامین در نظر گرفته شده بصورت تولیدکننده - خرده‌فروش است که در حقیقت بیانگر یک تولیدکننده است که محصول را به صورت عمده به یک خرده‌فروش می‌فروشد و او نیز آن را به صورت خرده‌فروشی در اختیار مشتری نهایی می‌گذارد. در مدل ارائه شده تولیدکننده محصولات خود را فقط بواسطه خرده‌فروش به مصرف‌کنندگان عرضه می‌کند و خرده‌فروش تنها به عرضه محصولات تولیدکننده می‌پردازد. پارامترهای در نظر گرفته شده برای تولیدکننده عبارتند از قیمت عمده فروشی، هزینه تبلیغات ملی، نرخ مشارکت و درصد تخفیف و برای خرده‌فروش عبارتند از قیمت خرده‌فروشی و هزینه تبلیغات محلی. تقاضای مشتری تحت تاثیر قیمت خرده‌فروشی و تلاش‌های تبلیغاتی صورت‌گرفته توسط تولیدکننده و خرده‌فروش برای معرفی محصولات می‌باشد که هر دو فاکتور، عوامل قابل‌توجهی در تقاضای بازار هستند. قیمت‌گذاری یک پارامتر اصلی در ادبیات تحقیق بازاریابی در کانال‌های توزیع است. وابسته بودن تقاضا به قیمت باعث می‌شود تا تاثیر تغییر قیمت خرده‌فروشی در تقاضای بازار و سود تولیدکننده و خرده‌فروش نمایان شود. تولیدکننده و خرده‌فروش تبلیغات و کاهش قیمت محصولات را برای جذب مشتریان و افزایش فروش به‌کار می‌برند. تولیدکننده نیز می‌تواند در بخشی از هزینه‌های تبلیغات خرده‌فروش با او شریک شود، با استفاده از این کمک مالی، خرده‌فروش می‌تواند سطح تبلیغات خود را افزایش دهد که این امر منجر به فروش بیشتر برای خرده-فروش و تولیدکننده می‌گردد.

این تحقیق به صورت زیر سازماندهی شده‌است. در بخش دوم به مرور ادبیات مربوط به رقابت و همکاری در زنجیره‌تامین می-پردازیم. بخش سوم شامل تعریف مسئله و معرفی پارامترها و متغیرها می‌باشد و در بخش چهارم مدل پیشنهادی ارائه و حل می‌شود. در بخش پنجم به تجزیه و تحلیل نتایج خواهیم پرداخت و در بخش ششم نتایج کسب شده، توسط مثال‌های عددی تشریح می‌شود. در نهایت، بخش هفتم نتیجه‌گیری و پیشنهادات برای تحقیقات آینده را در برخواهد گرفت.

۲. مروری بر ادبیات موضوع

نظریه بازی‌ها در دو دهه اخیر چه در صنعت و چه در دانشگاه در مدیریت زنجیره‌تامین با تاکید بر تعاملات میان تصمیم گیرندگان (بازیکنان) در زنجیره‌تامین مورد استفاده قرار گرفته است و این امر منجر به فراوانی مقالاتی شده که از نظریه بازی‌ها در تجزیه و تحلیل مسایل مربوط به زنجیره‌تامین استفاده کرده‌اند. در سال‌های اخیر مرورهای مختلفی از نظریه‌بازی‌ها و کاربردهای آن در زنجیره‌های تامین ارائه شده است. در سال ۲۰۰۴ Cachon و Netessin [۴] خلاصه‌ایی از مفاهیم کلی نظریه‌بازی‌ها را ارائه نمودند و کاربردهای آن را در مدیریت زنجیره‌تامین مرور کردند. در این پژوهش بازی‌های همکارانه و غیرهمکارانه نظریه بازی‌ها در شرایط ایستا و پویا بررسی شده است.

Leng وParlar [۵] حدود ۱۳۰ مقاله از کاربردهای نظریه‌بازی در زمینه‌های مدیریت زنجیره‌تامین را مرور کرده‌اند. این نویسندگان بر خلاف Cachon و Netessin [۴] که دسته‌بندی را براساس تکنیک‌های نظریه‌بازی انجام داده‌اند، دسته‌بندی خود را براساس موضوعات مورد بررسی در مدیریت زنجیره‌تامین، به پنج دسته مختلف تقسیم کردند: ۱- بازی‌های موجودی با هزینه‌های ثابت خرید واحد ۲- بازی‌های موجودی با تخفیف‌های مقداری ۳- رقابت در قیمت‌گذاری و تولید ۴- بازی با سایر مشخصه‌ها(از قبیل تصمیمات ظرفیت، کیفیت سرویس، کیفیت محصول و تبلیغات و معرفی محصول جدید) ۵- بازی‌هایی که در آن تصمیمات همزمان

بر روی موجودی، تولید/قیمت‌گذاری و غیره انجام می‌گیرد. درسال ۲۰۰۷، Wang وLi [۶] نیز مروری بر مکانیزم‌های هماهنگ‌سازی سیستم‌های زنجیره‌تامین در چارچوبی بر مبنای ساختار تصمیم‌گیری زنجیره‌تامین و طبیعت تقاضا داشته‌اند. این چارچوب جنبه‌های رفتاری و نیازهای اطلاعاتی در هماهنگ‌سازی یک زنجیره‌تامین را مشخص می‌کند. شناسایی موضوعات رهنمودهای خوبی را برای تحقیقات آینده در این زمینه فراهم می‌کند. در سال ۲۰۰۸ Nagarajan وSosic [۷] برخی کاربردهای نظریه بازی‌ها در مدیریت زنجیره‌تامین را مورد بررسی قرار دادند. آنها در مقاله خود به مساله تقسیم سود زنجیره بین اعضای آن توجه نشان دادند. به این خاطر، به مدل چانه‌زنی در زنجیره‌تامین و مسایل مربوط به آن مانند تعیین قدرت چانه‌زنی هر عنصر زنجیره و نیز ارتباط این قدرت با ریسک گریز بودن آن عنصر و تاثیر آن در زنجیره پرداختند.

Berger [۸] اولین کسی است که در سال ۱۹۷۲ ایده تبلیغات همکارانه بین تولیدکننده و خرده‌فروش را به‌صورت ریاضی حل کرد. او در مقاله خود نشان داد که مدلسازی ریاضی می‌تواند تصمیم‌های مدیریتی را بهبود بخشد و عملکرد بهتری برای کل زنجیره باشد و اینکه چگونه تجزیه و تحلیل کمی می‌تواند برای تعیین پارامترهای بهینه‌سازی در سرمایه‌گذاری تبلیغاتی مورد استفاده قرار گیرد. Dolan [۹] تحت فرض تقاضای ثابت، تخمینی از هزینه‌های مرتبط با موجودی عرضه‌کننده را درنظر گرفت و تخفیف را به عنوان مکانیزمی برای ترغیب خریداران به حجمی از خرید که منجر به کمینه شدن هزینه کل سیستم می شود، مورد تجزیه و تحلیل قرارداد. Roslow و همکاران [۱۰] درسال ۱۹۹۳ تبلیغات همکارانه در زنجیره‌تامین را مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که تبلیغات هماهنگ می‌تواند سود کل زنجیره را افزایش دهد. در سال ۱۹۹۹، Jorgensen و Zaccour [۱۱] در مقاله خود مدل بازی دیفرانسیل را پیشنهاد دادند که تفکر آنها قیمت‌گذاری و تبلیغات در دو سطح زنجیره‌تامین تحت تضاد کانال و همکاری کانال بود. در تحقیق آنها تقاضای مصرف‌کننده تحت تاثیر قیمت خرده‌فروشی و اثر تبلیغات می‌باشد. در سال ۲۰۰۰، Corbett و de Groote [۱۲] مدل فروشنده- خریدار را در نظر گرفتند که در آن فروشنده از خریدار می‌خواهد تا مقدار هزینه نگهداری خود را اعلام نماید و سپس برمبنای آن، اندازه دسته و مقدار تخفیف خود را اعلام می‌کند. Jorgensen و همکاران [۱۳] یک زنجیره‌تامین شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش در نظر گرفتند که خرده‌فروش دو نوع تبلیغات انجام می‌داد که یکی اثر کوتاه مدت و دیگری اثر بلند مدت در فروش داشت. آنها در مطالعه خود چهار سناریو در نظر گرفتند که در سناریوی اول تولیدکننده در هیچ یک از هزینه‌های تبلیغاتی خرده‌فروش مشارکت نمی‌کرد و در سناریو دوم تولیدکننده در هر دو نوع هزینه‌های تبلیغاتی خرده‌فروش مشارکت می‌کرد و در دو سناریوی دیگر، تولیدکننده فقط از یک هزینه تبلیغاتی خرده‌فروش حمایت نمی‌کرد، بلکه در مدل پویای خود یک تابع معرفی کردند که اثر تبلیغات را بیان می‌کرد.

در سال ۲۰۰۱، Huang وLi [۱۴]، تحقیقات بیشتری را روی تبلیغات همکارانه در زنجیره‌تامین با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش انجام دادند. آنها سه مدل بازی مورد بحث قرار دادند، دو بازی غیر همکاری که در آن تولیدکننده و خرده‌فروش به طور مستقل عمل می‌کردند و یک بازی همکارانه. این دو در سال ۲۰۰۲ به همراه Mahajan [۱۵] دو مدل تبلیغات مشارکتی را توسعه دادند و با یکدیگر مقایسه کردند. اولین مدل براساس رابطه سنتی خریدار-فروشنده بود و مدل دوم نیز برای حالتی بود که بخشی از هزینه‌های تبلیغاتی صرف شده در زمینه نام تجاری کالا و تبلیغات ملی، منطقه‌ایی و جهانی را خریدار بر عهده می‌گیرد، ارائه نمودند. در سال ۲۰۰۱، Munson و Rosenblatt [۱۶] مسئله را از زنجیره‌تامین دو سطحی به یک زنجیره سه سطحی تعمیم دادند. این زنجیره شامل یک تامین‌کننده، یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش بود. آنها تولیدکننده را عضو غالب زنجیره که نقش اصلی را در هماهنگ کردن آن برعهده داشت، در نظر گرفتند و آنها مزایای استفاده از انواع تخفیف را در مقاله خود ارائه کردند و نشان دادند که تخفیف به میزان قابل توجهی باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود و سودمندترین قرارداد تخفیف را در این زنجیره نشان دادند. در سال ۲۰۰۳، Jorgensen و Zaccour [۱۷] تقاضای مشتری را با توجه به قیمت خرده‌فروشی و اثر تبلیغات در محیطی پویا مدل کردند که هر یک از اعضای زنجیره دارای اطلاعات کامل در مورد قیمت کالا و هزینه‌های تبلیغاتی عضو دیگر بود. آنها در مطالعه خود نتایج حاصل از استراتژی‌های همکاری و بدون همکاری را مقایسه نمودند. در سال ۲۰۰۴، Qi و همکاران [۱۸] در مورد مساله هماهنگ‌سازی در یک زنجیره‌تامین شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش با وجود تغییر تقاضا بحث کرده اند. در سال ۲۰۰۸، Xiao و Yang [۱۹] یک بازی استکلبرگ را برای زنجیره‌تامین دو مرحله ایی، که شامل یک تولیدکننده (رهبر) و یک خرده‌فروش (پیرو) بود، در نظر گرفتند. آنها نشان دادند که تولیدکننده با ارائه یک برنامه‌ریزی قیمتی می‌تواند خرده‌فروش را تشویق به اتخاذ تصمیمی نماید که طی آن تصمیم عملکرد زنجیره حداکثر گردد.

Xie وWei [۲۰] در زمینه تبلیغات مشارکتی مطالعه‌ایی انجام دادند. تبلیغات مشارکتی شرایطی است که تولیدکننده مقداری از هزینه‌های تبلیغاتی خرده‌فروش را می‌پردازد. آنها با ارائه مدل مشارکتی که تولیدکننده و خرده‌فروش علاوه بر هزینه‌های

تبلیغات در مورد قیمت‌گذاری کالا نیز با یکدیگر مشارکت دارند، نشان دادند که سود دو طرف در صورت انعقاد قرارداد افزایش می‌یابد. مدل مشارکتی ارائه شده قیمت خرده‌فروشی را کاهش می‌داد. تلاش‌های تبلیغاتی بیشتر می‌شد و هر دو طرف سود می‌بردند. آنها دو مدل بازی شامل استکلبرگ تولیدکننده و بازی همکارانه را بررسی کردند. همچنین مدل ارائه شده در مورد مقدار سهم سود و سهم هزینه نیز قابلیت چانه‌زنی داشت. در سال ۲۰۰۹، Esmaeili و همکاران [۲۱] چندین مدل بازی برای رابطه خریدار و فروشنده تعریف کردند که شامل هر دو عامل هزینه و عناصر رقابت و همکاری بین فروشنده و خریدار بود. آنها فرض کردند که تقاضا متاثر از هزینه‌های بازاریابی و قیمت واحد - که توسط خریدار تعیین شده‌است. Chen وXiao [۲۲] از مکانیزم تخفیف خطی و قیمت عمده فروشی برای هماهنگ‌سازی زنجیره‌تامینی که شامل یک تولیدکننده، یک خرده‌فروش غالب که تعیین کننده قیمت در بازار بود و همچنین تعداد زیادی خرده‌فروش جزء بود، استفاده کردند. در سال ۲۰۰۹، Szmerekovsky و[۲۳] Zhang تحقیق Huang و همکاران [15] را گسترش دادند. آنها قیمت‌گذاری و تبلیغات را در دو سطح از زنجیره‌تامین مطرح کردند که تقاضای مشتری بستگی به قیمت خرده‌فروشی و تبلیغاتی داشت که توسط خرده‌فروش و عمده فروش انجام می‌شد. آنها تصمیم‌گیری مطلوب تولیدکننده و خرده‌فروش را با حل بازی استکلبرگ تولیدکننده بدست آوردند. در همان سال Xie و Neyret [۲۴] مدلی ارائه دادند که در آن خرده‌فروش و تولیدکننده در هزینه تبلیغات با یکدیگر همکاری می‌کردند. آنها با فرض وابسته بودن تقاضای مصرف کننده به قیمت خرده‌فروشی و تبلیغات همکارانه در چارچوب نظریه بازی‌ها و در دو حالت تعاونی و غیر تعاونی، جواب بهینه برای قیمت‌گذاری و تبلیغات هماهنگ در چهار نوع رابطه کلاسیک بین تولیدکننده و خرده‌فروش را با نظریه‌بازی‌ها بدست آوردند.

در سال ۲۰۱۰، Li و همکاران [۲۵]، همکاری در یک زنجیره تامین را به منظور تعیین مقدار بهینه قیمت و اندازه انباشته و سهم درآمدی هر یک از اعضاء مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق فرآیند چانه‌زنی نش از طریق یک قرارداد امانی با تخصیص درآمد کل با توجه به سطح ریسک پذیری اعضاء به‌کار گرفته شده است . در سال ۲۰۱۰، Zeephongsekul و Esmaeili [۲۶] مدل چند فروشنده، چند خریدار را در زنجیره‌تامین تحت یک الگوی با اطلاعات نامتقارن ارائه کردند. در این مدل هزینه‌های فروشنده برای خریدار ناشناخته بود و خریدار برای تصمیم‌گیری، به اطلاعات مربوط به بازار تکیه داشت. آنها ابتدا مدل استکلبرگ غیر مشارکتی را به کار بردند که فروشنده و خریدار به عنوان رهبر بودند و سپس مدل بازی همکارانه که در آن خریدار و فروشنده تسهیم هزینه بازاریابی داشتند، مورد مطالعه قرار دادند که در آن خریدار و فروشنده نسبت به حالت بدون همکاری عائدی بیشتری دریافت می‌کردند.

Chen [۲۷] به مسئله پسر روزنامه فروش در یک زنجیره تامین یک فروشنده - یک خریدار پرداخته و تاثیر ترکیبی تبلیغات مشارکتی و سیاست پس دادن واحدهای فروش نرفته را در دو حالت مشارکتی و غیرمشارکتی در زنجیره مورد بررسی قرار می‌داد. در سال ۲۰۱۱، SeyedEsfahani و همکاران [۳] مسئله قیمت گذاری و تبلیغات مشارکتی را در یک زنجیره‌تامین دو سطحی با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش بررسی کردند که در آن تقاضا تابعی غیرخطی از قیمت و هزینه تبلیغات بود. برخلاف اغلب مقالات موجود در این زمینه، در مدل هزینه‌ایی این کار، محیط روزنامه فروش در نظر گرفته نشده بود و هزینه‌های لجستیکی هم برای خریدار و هم برای فروشنده، در نظر گرفته شده بود. Aust وBuscher [28] یک زنجیره‌تامین دو سطحی تولیدکننده – خرده‌فروش را مورد بررسی قرار دادند که تقاضا در آن متاثر از قیمت و هزینه‌های تبلیغات بود. آنها در ابتدا چهار رابطه متفاوت بین اعضای کانال در نظر گرفتند که شامل سه بازی غیر همکارانه و سپس یک بازی همکارانه بین آنها بود و در ادامه با استفاده از مدل چانه‌زنی تقسیم عادلانه سود براساس ریسک بازیکنان و قدرت چانه‌زنی پیشنهاد شد. در سال ۲۰۱۲، Wu و همکاران [۲۹] تصمیمات تعادل را در یک زنجیره‌تامین غیرمشارکتی متشکل از یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش با رقابت عمودی و افقی ارائه نمودند. آنها چند مدل بازی به منظور تعیین قیمت‌ها در تعادل نش حاصل از بازی همزمان یک فروشنده و دو خریدار رقیب ارائه نمودند و نتایج را با حالت‌های مختلفی که فروشنده و خریدارها قدرت یکسانی ندارند مورد مقایسه قرار دادند. Huang و همکاران [۳۰] هماهنگی بین تصمیمات قیمت گذاری، انتخاب مواد اولیه و موجودی را در یک زنجیره تأمین سه رده‌ایی که شامل چند تأمین کننده، یک تولیدکننده و چند خرده‌فروش بود مورد بررسی قرار دادند. مساله را به صورت یک بازی بدون همکاری پویا مدل نمودند و روش‌های تحلیلی و محاسباتی را برای یافتن نقطه تعادل نش ارائه نمودند.

درسال ۲۰۱۳، Yue و همکاران [۳۱] رویکرد نظریه بازی‌ها را برای مطالعه تصمیم‌گیری در قیمت‌گذاری و تبلیغات، در یک زنجیره‌تامین تولید کننده–خرده فروش که تخفیف قیمت‌ها توسط تولید کننده و خرده‌فروش ارائه می‌شود به‌کار بردند. هنگامی که تولیدکننده رهبر بازی است، آنها تعادل استکلبرگ را بدست آورند که شامل: کمک هزینه تبلیغات محلی تولیدکننده، سرمایه‌گذاری نام برند تجاری، تخفیف پیشنهادی تولیدکننده، تخفیف قیمت خرده‌فروش و هزینه تبلیغات محلی می باشد. آنها متوجه شدندکه

خرده‌فروش مایل به افزایش هزینه تبلیغات محلی است اگر تولیدکننده کمک هزینه تبلیغات محلی را افزایش دهد وهمچنین زمانی که تولیدکننده تخفیف قیمت می دهد تخفیف قیمت خرده فروش نیز بیشتر می شود. Aust و Buscher [۳۲] درسال ۲۰۱۴ بر مقدار بهینه قیمت‌گذاری و تصمیم‌گیری تبلیغات در یک زنجیره تامین دو سطحی شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش تمرکز کردند. آنها با فرض تعادل استکلبرگ که تولیدکننده رهبر کانال است دو رفتار مختلف ازخرده‌فروش را مقایسه کردند. در مدل آنها تقاضای مصرف‌کننده وابسته به قیمت خرده‌فروشی و تبلیغات می باشد و همچنین تولیدکننده یک برنامه تبلیغات تعاونی عمودی برای افزایش تلاش خرده‌فروش ارائه می‌دهد. درسال ۲۰۱۴، Jogensen و Zaccour [۳۳] و Aust و Buscher [۳۴] خلاصه خوبی از کار در تبلیغات تعاونی ارائه کردند و در مورد مطالعات انجام شده بحث‌های کردند. Chen [۳۵] در سال۲۰۱۵ به بررسی تأثیر طرح قیمت‌گذاری و مکانیزم تبلیغات تعاونی در زنجیره تامین دو سطحی پرداخت. او با استفاده از چارچوب نظریه بازی استکلبرگ تولیدکننده، مسئله تعیین سطح بهینه تبلیغات محلی، سرمایه‌گذاری در نام برند تجاری، قیمت فروش خرده‌فروشی و قیمت فروش تولیدکننده را بررسی کرد. تجزیه و تحلیل او بینش ساختاری و کمی از فعل و انفعال بین نهادهای بالادست و پایین-دست در زنجیره تامین ارائه کرد که به مدیران برای درک متقابل بین نهادهای بالادست و پایین دست در یک ساختار دو سطحی کمک می کند. Amrouche وYan [۳۶] مزایای استفاده از تبلیغات نام تجاری ملی (استراتژی تهاجمی) که به تقاضای برچسب خصوصی لطمه می‌زند را نسبت به استفاده از به اشتراک-گذاری درآمد نام تجاری ملی (استراتژی مشارکت) که همکاری بین خرده فروش و نام تجاری ملی را تولید کننده را پرورش می-دهد، بررسی‌کردند. آنها دریافتند، زمانی که به اشتراک‌گذاری درآمد نام تجاری ملی انجام می‌شود تولیدکننده و کل زنجیره سود بیشتری به دست می آورند.

۳. تعریف مسئله

در این بخش مسائلی از روابط تولیدکننده و خرده‌فروش ارائه می-شود. در مدل ارائه شده تولیدکننده محصولات خود را فقط بواسطه خرده‌فروش به مصرف‌کنندگان عرضه می‌کند و خرده‌فروش تنها به عرضه محصولات تولیدکننده می‌پردازد. تولیدکننده تصمیم به قیمت عمده فروشی (w)، هزینه تبلیغات ملی (A)، نرخ مشارکت (t) و درصد تخفیف (ε) دارد از سوی دیگر خرده‌فروش تصمیم به قیمت خرده‌فروشی (p) و هزینه تبلیغات محلی (a) دارد. در ادامه به معرفی تابع تقاضا و توابع سود می‌پردازیم.

۳-۱. تعریف تابع تقاضا

تقاضای هر محصول به قیمت فروش آن به مشتری و همچنین میزان تبلیغات آن محصول بستگی دارد. هنگامی که تقاضای هر محصول به قیمت فروش آن بستگی داشته باشد، آنگاه قیمتی که تولیدکننده به خرده‌فروش ارائه می‌دهد بر روی تقاضای نهایی آن محصول تأثیرگذار خواهد بود.

با در نظر گرفتن فرض‌های رایج در ادبیات (Jorgensen و Zaccour [17]، Szmerekovskyو Zhang [23]، Xie و We [20] و Xieو Neyret [24]) می‌توان تقاضای مشتری را $D(p,a,A)$ فرض کرد که به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود:

$$D(p,a,A)=g(p).h(a,A) \qquad (۱)$$

که در آن $g(p)$ و $h(a,A)$ به ترتیب منعکس کننده اثر قیمت خرده‌فروشی و اثر هزینه تبلیغات ملی و محلی در تقاضا می‌باشند

در واقعیت قیمت کالا در تقاضای بازار تاثیر دارد و تقاضا با قیمت خرده‌فروشی رابطه معکوس دارد. براساس مفهوم کشش قیمت، تقاضای محصول با تغییر قیمت، تغییر می‌کند به عبارت دیگر با افزایش قیمت تقاضا کاهش می‌یابد. تغییر در مقدار تقاضا در پاسخ به تغییر قیمت برای محصول با کشش بالاتر، بیشتر است و این نوع محصول، محصول پرکشش نامیده می‌شود. دو نوع منحنی تقاضا وجود دارد. نوع اول رابطه خطی و نوع دوم رابطه غیرخطی با قیمت دارد. در مرور ادبیات، تابع‌های تقاضای متفاوتی به صورت خطی، محدب و مقعر پیشنهاد داده شده است. Piana [37] سه نوع از جامعه را که شکل متفاوتی از منحنی تقاضا دارند پیشنهاد می‌دهد. منحنی تقاضا خطی است اگر جامعه متوسط باشد، منحنی تقاضا محدب است اگر جامعه ثروتمند باشد و منحنی تقاضا مقعر است اگر جامعه فقیر باشد.

تابع وابستگی به قیمت در مقالات متعددی از جمله Xie وWe [20]و Xie و Neyret [24] به صورت $\alpha-\beta p$ در نظر گرفته شده و به طور گسترده صحت عملکرد آن نشان داده شده است. در این تحقیق نیز طبق فرض معمول، رابطه‌ایی خطی بین تقاضا و قیمت در نظر گرفته می‌شود. $g(p)$ یک تابع خطی کاهشی نسبت به p می‌باشد که به صورت رابطه (۲) تعریف می‌شود:

$$g(p)=\alpha-\beta p \qquad (۲)$$

α و β ثابت‌های مثبت برای این محصول هستند که α حداکثر تقاضای ممکن برای محصول و β ضریب تغییرات تقاضا نسبت به تغییرات قیمت خرده‌فروشی می‌باشد، یعنی اگر قیمت

محصول یک واحد افزایش یابد، تقاضای محصول بـه انـدازه β واحد کاهش می‌یابد.

با توجه به اینکه هر دو نوع تبلیغات ملی و محلی موثر بر فروش می‌باشد در نتیجه باید اثرات آنها را به صورت جداگانه بررسی کرد به همین منظور اثر تبلیغات $h(a,A)$ به صورت رابطه (۳) نشان داده شده است:

$$h(a,A)=k_1\sqrt{a}+k_2\sqrt{A} \qquad (۳)$$

که k_1 و k_2 ثابت‌های مثبت هستند که به ترتیب منعکس کننده تاثیر تبلیغات محلی و ملی در تقاضا می‌باشند. همان طور که از معادله (۳) مشاهده می‌شود $h(a,A)$ یک تابع مقعر افزایشی از a و A است. از آنجایی که تبلیغات اضافی به طور مداوم بازده را کاهش می‌دهد، این خاصیت در واقع بیان کننده "اثر اشباع تبلیغات"می‌باشد. در واقع اشباع زمانی رخ می‌دهد که یکی از تبلیغات ملی یا محلی بیش از حد باشد.با توجه به توابع تعریف شده، با ترکیب روابط (۱) تا (۳)، تابع تقاضا به شکل رابطه(۴) نوشته می‌شود:

$$D(p,a,A)=(\alpha-\beta p)(k_1\sqrt{a}+k_2\sqrt{A}) \qquad (۴)$$

برای جلوگیری از تقاضای منفی، رابطه (۵) باید برقرار باشد:

$$D(p,a,A)>0 \Rightarrow p<\frac{\alpha}{\beta} \qquad (۵)$$

۳-۲. تعریف توابع سود

سود مهمترین معیار عملکرد در زنجیره‌تامین می‌باشد. هدف تولیدکننده و خرده‌فروش از تعیین مقادیر بهینه متغیرهای تصمیم خود به گونه ای است که سود خود را بیشینه نمایند. تابع سود تولیدکننده عبارت است از میزان درآمد حاصل از فروش محصولات که مجموع هزینه تبلیغات ملی و هزینه مشارکت در تبلیغات خرده‌فروش از آن کسر می‌شود و تابع سود هر خرده‌فروش نیز برابر درآمد حاصل از فروش منهای میزان هزینه پرداخت شده برای تبلیغات محلی است.

ما فرض می‌کنیم که تولیدکننده t درصد از هزینه تبلیغات محلی خرده‌فروش را بازپرداخت خواهد کرد که $0\le t\le 1$، به این معنی که اگر خرده‌فروش به میزان a واحد صرف تبلیغات محلی نماید، به مقدار ta از تولیدکننده به عنوان انگیزه برای تلاش‌های تبلیغاتی خود دریافت خواهد نمود.

تولیدکننده با دادن تخفیف ε درصد $(0\le\varepsilon<1)$ در قیمت عمده‌فروشی، باعث تعدیل در قیمت خرده‌فروشی شده یعنی خرده‌فروش قیمت خود را براساس میزان تخفیفی که توسط تولیدکننده پیشنهاد می‌شود، تعدیل می‌نماید و همین کاهش قیمت خرده‌فروشی، منجر به افزایش تقاضای مشتریان می‌شود و به تبع آن سود هر دو عضو زنجیره افزایش خواهد یافت که باعث هماهنگی در زنجیره می‌شود. همچنین هنگامی که تولیدکننده کسر قیمت بیشتری به خرده‌فروش ارائه می‌دهد، خرده‌فروش تبلیغات محلی را افزایش می‌دهد در صورتیکه تولیدکننده بخشی از هزینه تبلیغات محلی را متقبل می‌شود.

توابع سود تولیدکننده و خرده‌فروش و کل زنجیره صورت روابط (۶) تا (۸) می‌باشد:

$$\Pi_m=((1-\varepsilon)w-c)(\alpha-\beta p)(k_1\sqrt{a}+k_2\sqrt{A})-A-ta \qquad (۶)$$

$$\Pi_r=(p-(1-\varepsilon)w-d)(\alpha-\beta p)(k_1\sqrt{a}+k_2\sqrt{A})-(1-t)a \qquad (۷)$$

$$\Pi_{m+r}=(p-c-d)(\alpha-\beta p)(k_1\sqrt{a}+k_2\sqrt{A})-A-a \qquad (۸)$$

c و d ثابت‌های مثبت هستند که به ترتیب دلالت بر هزینه تولید واحد تولیدکننده و هزینه هرواحد خرده‌فروش علاوه بر هزینه خرید دارد. در این مقاله m، r و $m+r$ نشان دهنده تولیدکننده، خرده‌فروش و کل سیستم می‌باشد. برای جلوگیری از توابع سود منفی در روابط (۶) تا (۸) داریم:

$$\Pi_m>0\Rightarrow(1-\varepsilon)w>c \qquad (۹)$$

$$\Pi_r>0\Rightarrow p>(1-\varepsilon)w+d>(1-\varepsilon)w \qquad (۱۰)$$

$$\Pi_{m+r}>0\Rightarrow p>c+d \qquad (۱۱)$$

با ترکیب نامساوی (۵) و (۱۱) رابطه (۱۲) بدست می‌آید:

$$\alpha-\beta(c+d)>0 \qquad (۱۲)$$

در این مقاله برای ساده کردن فرآیند تجزیه و تحلیل با استفاده از یک تغییر متغیر مناسب از متغیرهای مشابه استفاده شده توسط Xie و Neyret [24] روابط(۱۳) تا (۱۷) بدست می‌آید :

$$\alpha'=\alpha-\beta(c+d)>0 \qquad (۱۳)$$

$$p'=\frac{\beta}{\alpha'}(p-(c+d))>0 \qquad (۱۴)$$

$$(1-\varepsilon)w'=\frac{\beta}{\alpha'}((1-\varepsilon)w-c)>0 \qquad (۱۵)$$

$$k_1'=\frac{\alpha'^2}{\beta}k_1 \qquad (۱۶)$$

$$k_2'=\frac{\alpha'^2}{\beta}k_2 \qquad (۱۷)$$

براساس روابط (۵)، (۱۳)، (۱۴) و(۱۵) روابط(۱۸) و (۱۹) بدست می‌آید:

$$p<\frac{\alpha}{\beta}\Leftrightarrow\beta p-\beta(c+d)<\alpha-\beta(c+d)\Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{\beta p-\beta(c+d)}{\alpha-\beta(c+d)}<1 \Leftrightarrow p'<1 \quad (۱۸)$$

$$p>(1-\varepsilon)w+d \Leftrightarrow p-(c+d)>(1-\varepsilon)w-c$$
$$\Leftrightarrow p'>(1-\varepsilon)w' \quad (۱۹)$$

با توجه به نامساوی‌های (۱۸) و (۱۹) رابطه (۲۰) بدست می‌آید:

$$(1-\varepsilon)w'<p'<1 \quad (۲۰)$$

با اعمال تغییرات ذکر شده در روابط(۱۳) تا (۱۷) ، توابع سود را بازنویسی می‌کنیم که در روابط (۲۱) الی (۲۳) نشان داده شده‌اند:

$$\Pi_m=(1-\varepsilon)w'(1-p')(k_1'\sqrt{a}+k_2'\sqrt{A}) -A-ta \quad (۲۱)$$

$$\Pi_r=(p'-(1-\varepsilon)w')(1-p')(k_1'\sqrt{a}+k_2'\sqrt{A}) -(1-t)a \quad (۲۲)$$

$$\Pi_{m+r}=p'(1-p')(k_1'\sqrt{a}+k_2'\sqrt{A})-A-a \quad (۲۳)$$

توجه داشته باشید برای سادگی علامت $(')$ را در ادامه این مقاله حذف کرده‌ایم.

۴. ارائه مدل پیشنهادی

در این بخش تقابل بین تولیدکننده وخرده‌فروش را از نوع بازی بدون همکاری نش وهمکاری بین تولیدکننده وخرده‌فروش ارائه می شود. مفهوم تعادل نش زمانی به‌کار برده می‌شود که بازیکنان به صورت هم زمان تصمیم‌گیری می‌کنند همچنین هنگامی که بازیکنان نتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار نمایند نیز از مفهوم تعادل نش استفاده می‌شود ولی در یک بازی مشارکتی، ارتباط بین بازیکنان، مجاز (یا ممکن) است، بنابراین می‌توانند برای دستیابی به نتایجی بهتر از نقطه تعادل نش، با هم توافق کنند و هدف از مشارکت میان اعضای کانال در یک زنجیره‌تامین بهبود سوددهی آنان و زنجیره‌تامین می‌باشد.

۴-۱. مدل پیشنهادی بازی نش

در این بخش یک توزیع متقارن از قدرت بین تولیدکننده و خرده‌فروش را در نظر می‌گیریم و این وضعیت بازی نش نامیده می‌شود و راه حل ارائه شده در این ساختار تعادل نش نامیده می‌شود که در این مدل هر دو بازیکن به طور همزمان و غیرهمکارانه تصمیم می‌گیرند. بدین ترتیب تولیدکننده و خرده‌فروش به طور همزمان سیاست‌های بهینه خود را انتخاب می‌کنند. نقطه تعادل نش، یک زوج استراتژی است به طوری که استراتژی هر بازیکن نسبت به استراتژی بازیکن دیگر بهینه باشد. با توجه به حداکثر شدن سود تولیدکننده وخرده‌فروش در نقطه تعادل نش، هیچ یک از آنها تمایل به انحراف از این استراتژی نخواهند داشت، زیرا منجر به کاهش سود برای آنها می‌گردد.

برای مدل سازی بازی نش که در آن تولیدکننده وخرده‌فروش از قدرت یکسانی برخوردار هستند تولیدکننده وخرده‌فروش می‌بایست استراتژی‌های خود را به صورت همزمان تعیین نمایند. به عبارت دیگر تولیدکننده استراتژی‌های w ، A، t و ε و خرده‌فروش استراتژی‌های p و a خود را به طور همزمان و تعیین می‌نمایند. بنابراین مدل مساله تعادل نش از حل همزمان مساله تولیدکننده وخرده‌فروش و با در نظر گرفتن محدودیت‌های آنها به دست می‌آید. برای تعیین تعادل نش، مسئله مربوط به تصمیم‌گیری تولیدکننده به صورت رابطه (۲۴) می‌باشد:

$$\max \Pi_m(w,A,t,\varepsilon)=(1-\varepsilon)w(1-p)(k_1\sqrt{a}+k_2\sqrt{A}) -A-ta$$
$$\text{s.t. } 0\le w\le 1 \text{ and } 0\le\varepsilon<1,\ 0\le A,\ 0\le t\le 1 \quad (۲۴)$$

و همچنین مسئله مربوط به تصمیم گیری خرده‌فروش به صورت رابطه (۲۵) می‌باشد:

$$\max \Pi_r(p,a)=(p-(1-\varepsilon)w)(1-p)(k_1\sqrt{a}+k_2\sqrt{A}) -(1-t)a$$
$$\text{s.t. } 0\le a \text{ and } w\le p\le 1 \quad (۲۵)$$

از نظر تولیدکننده واضح است که مقدار بهینه متغیر t برابر با صفر خواهد بود، زیرا دارای ضریب منفی در تابع هدف می‌باشد. به طور مشابه مقدار بهینه متغیر ε نیز برابر صفر خواهد بود، یعنی تولیدکننده هیچ تخفیف قیمتی نمی‌دهد و محصول با هیچ کسر قیمتی به خرده‌فروش ارائه می‌شود. به دلیل اینکه تابع هدف Π_m رابطه خطی با w دارد، بنابراین افزایش w باعث افزایش تابع سود تولیدکننده خواهد شد. از آنجا که $w\le p\le 1$ می‌باشد، پس مقدار بهینه w برابربا p خواهد بود، ولی w نمی‌تواند برابر یک باشد، چون در این صورت هیچ سودی برای طرفین نخواهد داشت زیرا طبق رابطه (۲۶)داریم:

$$1=w\le p \Rightarrow p=1 \Rightarrow \Pi_m=\Pi_r=0 \quad (۲۶)$$

از طرف دیگر اگر تولیدکننده و خرده‌فروش تصمیم بهینه‌ی خود را بطور همزمان انجام دهند باید حاشیه سود هر دو ماکزیمم شود که با توجه به فرم حاشیه سود تولیدکننده و خرده‌فروش، برای ماکزیمم کردن این دو باید حاشیه‌های سود را برابر قرار دهیم. یعنی طبق رابطه (۲۷) داریم:

$$\mu_m=w \quad \text{and} \quad \mu_r=p-w$$
$$\mu_m=\mu_r \Rightarrow p-w=w \Rightarrow w^*=p/2 \quad (۲۷)$$

برای بدست آوردن مقادیر بهینه p ، A و a از توابع مطلوبیت هر بازیکن نسبت متغیرهای تصمیم‌شان مشتق می‌گیریم و مساوی صفر قرار می‌دهیم و سپس مقادیر بهینه $w^*=p/2$ ، $t^*=0$ و $\varepsilon^*=0$ را جایگزین می‌کنیم. (رابطه (۲۸)):

$$\frac{\partial \Pi_r}{\partial p} = (k_1\sqrt{a} + k_2\sqrt{A})\left[(1-p) - (p-(1-\varepsilon)w)\right]$$

$$\Rightarrow\ p^* = 2/3\,,\ w^* = 1/3 \qquad (۲۸)$$

جهت بررسی بهینگی و شرط دوم ماکزیمم‌سازی سود خرده‌فروش، مشتق مرتبه دوم تابع سود خرده‌فروش را طبق رابطه (۲۹) بدست می‌آوریم:

$$\frac{\partial^2 \Pi_r}{\partial p^2} = -2(k_1\sqrt{a} + k_2\sqrt{A}) \qquad (۲۹)$$

با توجه به $k_1\sqrt{a} + k_2\sqrt{A} > 0$ مشتق مرتبه دوم منفی می‌باشد و شرط کافی برای مسئله ماکزیمم‌سازی برآورده می‌شود و این نشان از بهینگی قیمت خرده‌فروشی می‌دهد. بطور مشابه رابطه (۳۰) را بدست می‌آوریم:

$$\frac{\partial \Pi_r}{\partial a} = \frac{k_1}{2}(p-(1-\varepsilon)w)(1-p)a^{-\frac{1}{2}} - (1-t)$$

$$\Rightarrow\ a^* = \frac{k_1^2}{18^2} \qquad (۳۰)$$

جهت بررسی بهینگی، مشتق مرتبه دوم را از رابطه (۳۱) بدست می‌آوریم:

$$\Rightarrow \frac{\partial^2 \Pi_r}{\partial a^2} = -\frac{1}{36}k_1 a^{-\frac{3}{2}}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial^2 \Pi_r}{\partial a^2} =\Big|_{a=a^*} = -\frac{1}{36}k_1\left(\frac{k_1^2}{18}\right)^{-\frac{3}{2}} < 0$$

$$\Pi_r = \max \qquad (۳۱)$$

با توجه به اینکه مقدار مشتق دوم تابع هدف خرده‌فروش با a^* منفی می‌باشد، شرط کافی برای مسئله ماکزیمم‌سازی برآورده می‌شود. بطور مشابه رابطه (۳۲) را بدست می‌آوریم:

$$\frac{\partial \Pi_m}{\partial A} = (1-\varepsilon)w\,(1-p)\frac{k_2}{2}A^{-\frac{1}{2}} - 1$$

$$\Rightarrow\ A^* = \frac{k_2^2}{18^2} \qquad (۳۲)$$

جهت بررسی بهینگی، مشتق مرتبه دوم را از رابطه (۳۳) بدست می‌آوریم:

$$\Rightarrow \frac{\partial^2 \Pi_m}{\partial A^2} = -\frac{1}{36}k_2 A^{-\frac{3}{2}}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial^2 \Pi_m}{\partial A^2} =\Big|_{A=A^*} = -\frac{1}{36}k_2\left(\frac{k_2^2}{18}\right)^{-\frac{3}{2}} < 0$$

$$\Pi_m = \max \qquad (۳۳)$$

با توجه به اینکه مقدار مشتق دوم تابع هدف تولیدکننده با A^* منفی می‌باشد، شرط کافی برای مسئله ماکزیمم‌سازی برآورده می‌شود. با توجه به مقادیر بهینه بدست آمده قضیه (۱) حاصل می‌شود:

قضیه۱: اگر یک توزیع متقارن از قدرت بین تولیدکننده و خرده‌فروش برقرار باشد که با یکدیگر همکاری ندارند، این مدل را با تعادل نش می‌توان نشان داد که دارای تعادل منحصر به فرد مانند رابطه (۳۴) است:

$$w^N = 1/3\ ,\ \ t^N = 0\ ,\ \ p^N = 2/3$$

$$A^N = \frac{k_2^2}{18^2}\ ,\ a^N = \frac{k_1^2}{18^2}\ ,\ t^N = 0 \qquad (۳۴)$$

۴-۲. مدل پیشنهادی بازی همکارانه

در این بخش بر ساختار بازی مشارکتی می‌پردازیم که تولیدکننده و خرده‌فروش موافق به همکاری و افزایش سود حاصل از کل سیستم هستند. هر دو طرف شرکت کننده در این همکاری فقط اگر سود فردی آنها بالاتر از بازی‌های غیر همکاری باشد، تمایل به این کار دارند. برای این کار ما به ماکزیمم‌سازی تابع سود کل سیستم می‌پردازیم:

$$\max \Pi_{m+r} = p(1-p)(k_1\sqrt{a} + k_2\sqrt{A}) - A - a$$

$$\text{s.t. } w \le p \le 1\ ,\ \ 0 \le a\ \text{ and }\ 0 \le A \qquad (۳۵)$$

همان طور که در تابع هدف مشاهده می‌شود، متغیرهای تصمیم فقط p، a و A هستندو w، t و ε بر سود کل تاثیری ندارند. در نتیجه نسبت به p، a و A مشتق گرفته می‌شود.اگر نسبت به p مشتق گرفته شود، رابطه (۳۶) بدست می‌آید:

$$\frac{\partial \Pi_{m+r}}{\partial p} = k_1\sqrt{a}((1-p)-p)\ \Rightarrow\ p^* = \frac{1}{2} \qquad (۳۶)$$

جهت بررسی بهینگی، مشتق مرتبه دوم را طبق رابطه (۳۷) بدست می‌آوریم:

$$\frac{\partial^2 \Pi_{m+r}}{\partial p^2} = -2k_1\sqrt{a} < 0 \qquad (۳۷)$$

با توجه به $2k_1\sqrt{a} > 0$، مشتق مرتبه دوم منفی می‌باشد و شرط کافی برای مسئله ماکزیمم‌سازی برآورده می‌شود و این نشان از بهینگی می‌دهد. اگر نسبت به a مشتق گرفته شود، رابطه (۳۸) بدست می‌آید:

$$\frac{\partial \Pi_{m+r}}{\partial a} = \frac{k_1}{2}p(1-p)a^{-\frac{1}{2}} - 1\ \Rightarrow\ a^* = \left(\frac{k_1}{8}\right)^2 \qquad (۳۸)$$

جهت بررسی بهینگی، مشتق مرتبه دوم را طبق رابطه (۳۹) بدست می‌آوریم:

$$\frac{\partial^2 \Pi_{m+r}}{\partial a^2} = -\frac{k_1}{16} a^{-\frac{3}{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\partial^2 \Pi_{m+r}}{\partial a^2} =\Big|_{a=a^*} = -\frac{32}{k_1^2} < 0$$

$$\Pi_{m+r} = \max \qquad (۳۹)$$

با توجه به اینکه مقدار مشتق دوم تابع هدف با a^* منفی می‌باشد شرط کافی برای مسئله ماکزیمم‌سازی برآورده می‌شود. اگر نسبت به A مشتق گرفته شود، رابطه (۴۰) بدست می‌آید:

$$\frac{\partial \Pi_{m+r}}{\partial A} = \frac{k_2}{2} p(1-p) A^{-\frac{1}{2}} - 1 \Rightarrow A^* = (\frac{k_2}{8})^2 \quad (۴۰)$$

جهت بررسی بهینگی، مشتق مرتبه دوم را طبق رابطه (۴۱) بدست می‌آوریم:

$$\frac{\partial^2 \Pi_{m+r}}{\partial A^2} = -\frac{k_2}{16} A^{-\frac{3}{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\partial^2 \Pi_{m+r}}{\partial A^2} =\Big|_{a=a^*} = -\frac{32}{k_2^2} < 0$$

$$\Pi_{m+r} = \max \qquad (۴۱)$$

با توجه به اینکه مقدار مشتق دوم تابع هدف با A^* منفی می‌باشد شرط کافی برای مسئله ماکزیمم‌سازی برآورده می‌شود.با توجه به مقادیر بهینه بدست آمده قضیه (۲) حاصل می‌شود:

قضیه۲: همکاری بین تولیدکننده و خرده‌فروش با هدف حداکثر سود سیستم دارای تعادل منحصر به فرد مانند رابطه (۴۲) است:

$$p^{CO} = 1/2 \;,\; , A^{CO} = (\frac{k_2}{8})^2 \;\; a^{CO} = (\frac{k_1}{8})^2 \quad (۴۲)$$

راه حل (p^{CO}, a^{CO}, A^{CO}) حداکثر سود را به سیستم می‌دهد. قیمت عمده فروشی w، نرخ مشارکت t و درصد تخفیف ε می‌توانند هر عددی بین صفر و یک را داشته باشند. با وجود این سود فردی تولیدکننده و خرده‌فروش از w، t و ε مستقل نیست. درجدول ۱ خلاصه راه حل‌های بهینه دو مدل بازی خلاصه شده است.

جدول۱. خلاصه راه حل‌های بهینه دو مدل بازی

متغیرهای تصمیم	بازی نش	**بازی همکارانه**
w	$1/3$	–
p	$2/3$	$1/2$
A	$(k_2/18)^2$	$(k_2/8)^2$
a	$(k_1/18)^2$	$(k_1/8)^2$
t	۰	–
ε	۰	–

۴- ۳. مدل پیشنهادی چانه‌زنی نش نامتقارن

در این بخش بررسی می‌کنیم که چگونه سود مشترک اضافی حاصل از بازی مشارکتی توسط طرفین به اشتراک گذاشته خواهد شد. مدل‌های چانه‌زنی معمولاً در ادبیات برای شناسایی یک تقسیم‌بندی مناسب از منافع بین دو یا چند بازیکن مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج به توابع سود هریک از بازیکنان و انتخاب مدل چانه‌زنی بستگی دارد. به طور مثال Xie و [24] Neyret، Xie وWe [20] وSeyedEsfahani و همکاران [3] توابع مطلوبیت $u(x) = x^{\lambda}$ را برای تعیین کردن سودمندی بازیکنان در ترکیب با مدل چانه‌زنی نش به کار بردند (رجوع شود به [38] Nash). تابع نمایی $u(x) = 1 - \exp(-\tau x)$ یک تابع مطلوبیت دیگر می‌باشد که می‌توان با مدل چانه‌زنی نش یا مدل چانه‌زنی Eliashberg ترکیب کرد. نتیجه این ترکیبات به تفاوت اساسی در پارامترها مربوط می‌شود. در مدل چانه‌زنی نش این پارامتر شامل ریسک بازیکنان و در مدل چانه‌زنی Eliashberg شامل قدرت چانه‌زنی یا مهارت هر یک از بازیکنان باشد.

در این مقاله ما مدل دیگری از چانه‌زنی را با نام مدل چانه‌زنی نش نامتقارن از Harsanyi و Selten[39]و Kalai [40]را به کار می‌بریم. مزیت این مدل در مقایسه با مدل‌های ذکر شده قبلی این است که به ما اجازه می‌دهد، هر دو پارامتر ریسک بازیکنان و قدرت چانه‌زنی را ترکیب کنیم. سود اضافی حاصل از بازی همکارانه به صورت رابطه (۴۳) می‌باشد:

$$\Delta\Pi_{m+r} = \Pi_{m+r}^{CO} - \Pi_{m+r}^{N} = \Pi_{m+r}^{CO} - \Pi_{m}^{N} - \Pi_{r}^{N} \qquad (۴۳)$$

برای تقسیم سود اضافی حاصل از بازی همکارانه حال باید سهم تولیدکننده و خرده‌فروش را طبق روابط (۴۴) بدست آوریم.

$$\Delta\Pi_{m+r} = \Delta\Pi_m + \Delta\Pi_r$$

$$\Delta\Pi_m = \Pi_m^{CO} - \Pi_m^{N} = (1-\varepsilon)w(1-p^{CO})$$

$$\times(k_1\sqrt{a^{CO}} + k_2\sqrt{A^{CO}}) - ta^{CO} - A^{CO} - \Pi_m^{N} \ge 0$$

$$\Delta\Pi_r = \Pi_r^{CO} - \Pi_r^{N} = (p - (1-\varepsilon)w)(1-p^{CO})$$

$$\times(k_1\sqrt{a^{CO}} + k_2\sqrt{A^{CO}}) - (1-t)a^{CO} - \Pi_r^{N} \ge 0 \qquad (۴۴)$$

برای ساده‌سازی روابط (۴۴)، B، C و D را به صورت رابطه (۴۵) تعریف می‌کنیم:

$$B = (1-p^{CO})(k_1\sqrt{a^{CO}} + k_2\sqrt{A^{CO}}) > 0$$

$$C = A^{CO} + \Pi_m^{N} > 0$$

$$D = p^{CO}B - a^{CO} - \Pi_r^{N} > 0 \qquad (۴۵)$$

با جایگذاری روابط (۴۵) در روابط (۴۴) روابط (۴۶) بدست می‌آید:

$$\Delta\Pi_m = (1-\varepsilon)wB - ta^{CO} - C \geq 0$$

$$\Delta\Pi_r = -(1-\varepsilon)wB + ta^{CO} + D \geq 0 \quad (۴۶)$$

توابع مطلوبیت هر یک از بازیکنان به صورت روابط (۴۷) تعریف می‌شوند:

$$u_m(\Delta\Pi_m) = (\Delta\Pi_m^{\lambda_m})^{\mu_m}$$

$$u_r(\Delta\Pi_r) = (\Delta\Pi_r^{\lambda_r})^{\mu_r} \quad (۴۷)$$

λ_m و λ_r پارامترهای ثابت مثبت هستند که به ترتیب نشان دهنده نگرش ریسک تولیدکننده و خرده‌فروش می‌باشد و μ_m و μ_r پارامترهای ثابت مثبت هستند که به ترتیب نشان دهنده قدرت چانه‌زنی تولیدکننده و خرده‌فروش می‌باشد و رابطه (۴۸) بین آنها برقرار است:

$$\mu_m + \mu_r = 1 \quad (۴۸)$$

مدل چانه‌زنی به صورت رابطه (۴۹) فرموله می‌شود:

$$\max u_{m+r} = u_m(\Delta\Pi_m)u_r(\Delta\Pi_r) = (\Delta\Pi_m^{\lambda_m})^{\mu_m}.(\Delta\Pi_r^{\lambda_r})^{\mu_r}$$

$$\text{s.t. } \Delta\Pi_{m+r} = \Delta\Pi_m + \Delta\Pi_r \;\;,\;\; \mu_m + \mu_r = 1 \quad (۴۹)$$

با جایگذاری مقادیر $\Delta\Pi_m$ و $\Delta\Pi_r$ از روابط (۴۶) در تابع هدف (۴۹) رابطه (۵۰) بدست می‌آید:

$$u_{m+r} = \left[(1-\varepsilon)wB - ta^{CO} - C\right]^{\lambda_m\mu_m}$$
$$\times\left[-(1-\varepsilon)wB + ta^{CO} + D\right]^{\lambda_r\mu_r} \quad (۵۰)$$

برای ماکزیمم‌سازی عبارت فوق باید مقدار بهینه $(1-\varepsilon)wB - ta^{CO}$ را بدست آوریم و برای سادگی این عبارت را با نام X می‌نامیم. در نتیجه روابط (۵۱) را داریم:

$$u_{m+r} = \left[X - C\right]^{\lambda_m\mu_m}\left[-X + D\right]^{\lambda_r\mu_r}$$

$$\frac{\partial u_{m+r}}{\partial X} = \lambda_m\mu_m(X-C)^{\lambda_m\mu_m-1}(-X+D)^{\lambda_r\mu_r}$$
$$-\lambda_r\mu_r(X-C)^{\lambda_m\mu_m}(-X+D)^{\lambda_r\mu_r-1}$$

$$\frac{\partial u_{m+r}}{\partial X} = 0 \Rightarrow$$

$$(X-C)^{\lambda_m\mu_m-1}(-X+D)^{\lambda_r\mu_r-1}$$
$$\times\left[\lambda_m\mu_m(-X+D) - \lambda_r\mu_r(X-C)\right] = 0$$

$$\Delta\Pi_m = 0 \Rightarrow X - C = 0 \Rightarrow (X-C)^{\lambda_m\mu_m-1} = 0$$

$\Rightarrow$ غیر قابل قبول

$$\Delta\Pi_r = 0 \Rightarrow -D + X = 0 \Rightarrow (-D+X)^{\lambda_r\mu_r-1} = 0$$

$\Rightarrow$ غیر قابل قبول

$$\lambda_m\mu_m(-X+D) - \lambda_r\mu_r(X-C) = 0$$

$$\Rightarrow X^* = \frac{D\lambda_m\mu_m + C\lambda_r\mu_r}{\lambda_m\mu_m + \lambda_r\mu_r} = (1-\varepsilon)wB - ta^{CO} \quad (۵۱)$$

اکنون مقدار بدست آمده برای X^* را در روابط (۴۶) جایگذاری می‌کنیم که روابط (۵۲) بدست می‌آیند:

$$\Delta\Pi_m = \frac{D\lambda_m\mu_m + C\lambda_r\mu_r}{\lambda_m\mu_m + \lambda_r\mu_r} - C$$

$$\Rightarrow \quad \Delta\Pi_m = \frac{\lambda_m\mu_m(D-C)}{\lambda_m\mu_m + \lambda_r\mu_r}$$

$$\Delta\Pi_r = -\frac{D\lambda_m\mu_m + C\lambda_r\mu_r}{\lambda_m\mu_m + \lambda_r\mu_r} + D$$

$$\Rightarrow \quad \Delta\Pi_r = \frac{\lambda_r\mu_r(D-C)}{\lambda_m\mu_m + \lambda_r\mu_r} \quad (۵۲)$$

حال مقدار $D-C$ را بدست می‌آوریم که در رابطه (۵۳) نشان داده شده است:

$$D - C = (p^{CO}B - a^{CO} - \Pi_r^N) - (A^{CO} + \Pi_m^N)$$
$$= \underbrace{p^{CO}B - a^{CO} - A^{CO}}_{\Pi_{m+r}^{CO}} - (\Pi_r^N - \Pi_m^N)$$
$$= \Pi_{m+r}^{CO} - (\Pi_r^N - \Pi_m^N) = \Delta\Pi_{m+r} \quad (۵۳)$$

با جایگذاری مقدار $D-C$ در روابط (۵۲)، روابط (۵۴) بدست می‌آیند:

$$\Delta\Pi_m = \frac{\lambda_m\mu_m}{\lambda_m\mu_m + \lambda_r\mu_r}\Delta\Pi_{m+r}$$

$$\Delta\Pi_r = \frac{\lambda_r\mu_r}{\lambda_m\mu_m + \lambda_r\mu_r}\Delta\Pi_{m+r} \quad (۵۴)$$

حال با فرض اینکه قدرت چانه‌زنی طرفین برابر باشد یعنی $\mu_m = \mu_r$، اگر $\lambda_m > \lambda_r$ نتیجه خواهیم گرفت که $\Delta\Pi_m > \Delta\Pi_r$ یعنی هر چه ریسک تولیدکننده بیشتر از خرده‌فروش باشد سهم او از سود اضافی مشترک بیشتر خواهد بود و برعکس.

همچنین با فرض اینکه ریسک طرفین برابر باشد، یعنی $\lambda_m = \lambda_r$، اگر $\mu_m > \mu_r$ باشد، نتیجه خواهیم گرفت که $\Delta\Pi_m > \Delta\Pi_r$ یعنی هر چه قدرت چانه‌زنی تولیدکننده بیشتر از خرده‌فروش باشد، سهم او از سود اضافی مشترک بیشتر خواهد بود و برعکس.

در این بخش ما مقدار بهینه $(1-\varepsilon)wB - ta^{CO}$ را بدست آوردیم. قابل ذکر است که بدون هیچ پیش فرض بیشتری تعیین مقادیر w، t و ε غیر ممکن می‌باشد.

۵. تجزیه و تحلیل نتایج

در این بخش ما به مقایسه و تجزیه و تحلیل راه حل‌های بهینه هر چهار مدل بازی می‌پردازیم. با توجه به راه حل‌های بهینه خلاصه شده در جدول ۱، همه متغیرهای تصمیم تابعی ازپارامترهای k_1 و k_2 هستند بنابراین تمام مقایسه‌های انجام شده برحسب مقادیر مختلف k_1 و k_2 می‌باشد که به ترتیب منعکس کننده تاثیر تبلیغات محلی و ملی در تقاضا می‌باشند. کیفیت نتایج تا حد زیادی به کیفیت تخمین پارامترها بستگی دارد، بنابراین برای تعیین بهترین سیاست هر دو تصمیم گیرنده باید در ابتدا این پارامترها برآورد شوند. برای این کار باید یک تحقیق عمیق از بازار محصول به منظور تعیین رفتار در تقاضا در اثر تبلیغات ملی و محلی انجام گیرد.

با توجه به خلاصه نتایج ارائه شده در جدول۱ بدیهی است که قیمت خرده‌فروشی در بازی نش بالاتر از بازی همکارانه می‌باشد. بالاترین هزینه تبلیغات محلی در بازی همکارانه اتفاق می‌افتد و خرده‌فروش در بازی نش هزینه کمتری صرف تبلیغات محلی می‌نماید. همچنین بالاترین هزینه تبلیغات ملی در بازی همکارانه بدست می‌آید که نتیجه‌ای مشابه با هزینه تبلیغات محلی است، به علت اینکه هر بازیکن اطلاع دارد که بازیکن دیگر دقیقاً چه مقدار سرمایه‌گذاری خواهد کرد به طوری که او تمایل دارد مقدار بیشتری نسبت به بازی‌های دیگر بپردازد. مطابق با جدول۱ درصد تخفیف قیمت تولیدکننده و نرخ مشارکت تولیدکننده در هزینه تبلیغات محلی خرده‌فروش در بازی نش برابر صفر است، زیرا تولیدکننده هیچ اطلاعاتی در مورد فعالیت خرده‌فروش ندارند. به عنوان یک نتیجه، بالاترین سود در بازی همکارانه بدست می‌آید، به عبارت دیگر همکاری منجر به بهترین عملکرد برای کل کانال می‌شود و اعضاء تصمیم به همکاری در جهت به حداکثر رساندن سود کل سیستم دارند. این یک نتیجه مشترک در ادبیات می‌باشد.

۶. نتایج آزمایشات

در این بخش با توجه به حساسیت مقدار متغیرهای تصمیم به پارامترهای k_1 و k_2، با در نظر گرفتن مقادیر مختلف برای این پارامترها در مثال‌ها، به محاسبه این متغیرها می‌پردازیم. مثال‌های عددی متفاوت برای مقایسه قیمت‌ها، هزینه تبلیغات و سود برای هر دو سناریو مطرح شده ذکر می‌شود و در ادامه با استفاده از جواب بازی همکارانه، سود اضافه حاصل از این بازی را با توجه به مسئله چانه‌زنی، بین تولیدکننده و خرده‌فروش تقسیم می‌نماییم. مقادیر مختلف برای پارامترهای k_1 و k_2 در جدول ۲ نشان داده شده است. در هر مثال مقادیر متغیرهای تصمیم برای تولیدکننده و خرده‌فروش در هر بازی محاسبه گردیده است و سپس سود حاصل از هر بازی برای هر دو عضو زنجیره و همچنین سود کل سیستم مشخص شده است و با توجه به جوابهای بدست آمده بحث هایی صورت گرفته است. نتایج عددی حاصل در جدول ۳ و جدول ۴ آورده شده است.

جدول۲. مقادیر پارامترهای k_1 و k_2 برای مثال‌ها

مثال ۱	مثال ۲	مثال ۳	مثال ۴	مثال ۵	مثال ۶	مثال ۷	مثال ۸	مثال ۹	مثال ۱۰
$k_1=0.5$	$k_1=9$	$k_1=8$	$k_1=9$	$k_1=2$	$k_1=1$	$k_1=10$	$k_1=7$	$k_1=4$	$k_1=1$
$k_2=6$	$k_2=4$	$k_2=10$	$k_2=6$	$k_2=5$	$k_2=10$	$k_2=1$	$k_2=2$	$k_2=4$	$k_2=1$

۶-۱.مثال‌های عددی برای بازی نش

در این قسمت با توجه به روابط بدست آمده از جدول ۱ و مقادیر پارامترهای k_1 و k_2، ذکر شده در جدول ۲ متغیرهای تصمیم را در بازی نش محاسبه می کنیم.

جدول۳. نتایج حاصل از مثال‌های عددی بازی نش

		مثال ۱	مثال ۲	مثال ۳	مثال ۴	مثال ۵	مثال ۶	مثال ۷	مثال ۸	مثال ۹	مثال ۱۰
		$k_1=0.5$	$k_1=9$	$k_1=8$	$k_1=9$	$k_1=2$	$k_1=1$	$k_1=10$	$k_1=7$	$k_1=4$	$k_1=1$
		$k_2=6$	$k_2=4$	$k_2=10$	$k_2=6$	$k_2=5$	$k_2=10$	$k_2=1$	$k_2=2$	$k_2=4$	$k_2=1$
بازی نش	w^N	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333
	p^N	0.6667	0.6667	0.6667	0.6667	0.6667	0.6667	0.6667	0.6667	0.6667	0.6667
	a^N	0.0008	0.2500	0.1975	0.2500	0.0123	0.0031	0.3086	0.1512	0.0494	0.0031

A^N	0.1111	0.0494	0.3086	0.1111	0.0772	0.3086	0.0031	0.0123	0.0494	0.0031
Π_r^N	0.2230	0.3488	0.8148	0.4722	0.1667	0.6204	0.3148	0.1759	0.1481	0.0093
Π_m^N	0.1127	0.5494	0.7037	0.6111	0.1019	0.3148	0.6204	0.3148	0.1481	0.0093
Π_{m+r}^N	۷0.335	۲0.898	1.5185	1.0833	۶0.268	0.9352	0.9352	0.4907	۲0.296	۶0.018

نتایجی که می‌توان از بازی نش گرفت عبارتند از :

۱- در بازی نش وقتی پارامترهای k_1 و k_2 با هم برابر هستند میزان تبلیغات ملی و محلی نیز با هم برابر خواهند شد، همچنین در این حالت سود تولیدکننده و خرده‌فروش در این بازی برابر است (مثال ۹ و۱۰).

۲- در بازی نش اگر مقدار k_1 بزرگتر از k_2 باشد، میزان تبلیغات محلی از تبلیغات ملی بیشتر خواهد بود (مثال ۲،۴،۷ و۸) و برعکس (مثال ۱،۳،۵ و۶).

۳- در بازی نش هر چه مقدار k_1 افزایش یابد، میزان تبلیغات محلی نیز افزایش خواهد یافت (مثال ۷ با داشتن بیشترین مقدار k_1،بیشترین مقدار در تبلیغات محلی بدست می‌آورد) ، این قضیه در مورد تبلیغات ملی نیز صادق است، یعنی هر چه مقدار k_2 افزایش یابد، میزان تبلیغات ملی نیز افزایش خواهد یافت (مثال ۳ و ۶ با داشتن بیشترین مقدار k_2،بیشترین مقدار در تبلیغات ملی را بدست می آورد).

۴- در بازی نش اگر مقدار k_1 بزرگتر از k_2 باشد، سود حاصل از این بازی برای تولیدکننده بیشتر از خرده‌فروش می‌باشد (مثال ۲،۴،۷ و۸) و برعکس (مثال ۱،۳،۵ و۶).

۶-۲. مثال‌های عددی برای بازی همکارانه

در این قسمت با توجه به روابط بدست آمده از جدول ۱ و مقادیر پارامترهای k_1 و k_2، ذکر شده در جدول۲ متغیرهای تصمیم را در بازی نش محاسبه می کنیم.

جدول۴. نتایج حاصل از مثال‌های عددی بازی همکارانه

		مثال ۱ $k_1=0.5$ $k_2=6$	مثال ۲ $k_1=9$ $k_2=4$	مثال ۳ $k_1=8$ $k_2=10$	مثال ۴ $k_1=9$ $k_2=6$	مثال ۵ $k_1=2$ $k_2=5$	مثال ۶ $k_1=1$ $k_2=10$	مثال ۷ $k_1=10$ $k_2=1$	مثال ۸ $k_1=7$ $k_2=2$	مثال ۹ $k_1=4$ $k_2=4$	مثال ۱۰ $k_1=1$ $k_2=1$
بازی همکارانه	P^{CO}	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
	a^{CO}	0.0039	1.2656	1.0000	1.2656	۰۶۲۵0.	0.0156	1.5625	0.7656	۲۵۰۰0.	0.0156
	A^{CO}	0.5625	0.2500	1.5625	0.5625	۳۹۰۶0.	1.5625	0.0156	0.0625	۲۵۰۰0.	0.0156
	Π_{m+r}^{CO}	0.5664	1.5156	2.5625	1.8281	۴۵۳۱0.	1.5781	1.5781	0.8281	۵۰۰۰0.	0.0313

نتایجی که می‌توان از بازی همکارانه گرفت عبارتند از:

۱- در بازی همکارانه وقتی پارامترهای k_1 و k_2 با هم برابر هستند، میزان تبلیغات ملی و محلی نیز با هم برابر خواهند شد (مثال ۹ و۱۰).

۲- در بازی همکارانه اگر مقدار k_1 بزرگتر از k_2 باشد، میزان تبلیغات محلی از تبلیغات ملی بیشتر خواهد بود (مثال ۲،۴،۷ و۸)
و برعکس (مثال ۱،۳،۵ و۶).

۳- در بازی همکارانه هر چه مقدار k_1 افزایش یابد، میزان تبلیغات محلی نیز افزایش خواهد یافت (مثال ۷ با داشتن بیشترین مقدار k_1،بیشترین مقدار در تبلیغات محلی بدست می‌آورد) ، این قضیه در مورد تبلیغات ملی نیز صادق است، یعنی هر چه مقدار k_2 افزایش یابد، میزان تبلیغات ملی نیز افزایش خواهد یافت (مثال ۳ و ۶ با داشتن بیشترین مقدار k_2،بیشترین مقدار در تبلیغات ملی را بدست می آورد).

۴- در بازی همکارانه هرچه میزان پارامترهای k_1 و k_2 بیشتر باشد سود کل سیستم نیز بیشتر خواهد شد(مثال ۳).

۶-۳. مثال‌های عددی برای مدل چانه‌زنی نش نامتقارن

در این قسمت نتایج حاصل از مسئله چانه‌زنی با توجه به روابط بخش ۴-۳ برای مثال‌های ۱، ۳، ۷ و۸ ازجدول ۲ حل شده در جدول ۵ خلاصه شده است.

جدول۵. نتایج حاصل از مثال‌های عددی برای مدل چانه‌زنی نش نامتقارن

	k_1	k_2	λ_m	λ_r	μ_m	μ_r	Π_{m+r}^{CO}	Π_m^N	Π_r^N	$\Delta\Pi_{m+r}$	$\Delta\Pi_m$	$\Delta\Pi_r$
مثال۱	0.5	6	0.3	0.6	0.8	0.2	0.5664	0.1127	0.2230	0.2307	0.1538	0.0769
مثال۳	8	10	0.9	0.6	0.5	0.5	2.5625	0.7037	0.8148	1.044	0.6264	0.4176
مثال۷	۱۰	۱	۰٫۳	۰٫۲	۰٫۴	۰٫۶	۱٫۵۷۸۱	0.6204	0.3148	0.4906	0.2453	0.2453
مثال۸	۷	۲	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۳	۰٫۷	۰٫۸۲۸۱	0.3148	0.1759	0.3374	0.1012	0.2362

در مثال ۳، ملاحظه می‌شود که با مساوی بودن قدرت چانه‌زنی ($\mu_m = \mu_r = 0.5$) هر دو بازیکن، به دلیل اینکه ریسک تولیدکننده بالاتر از خرده‌فروش می‌باشد($\lambda_m > \lambda_r$)، سهم او از سود اضافی مشترک بیشتر از خرده‌فروش است($\Delta\Pi_m > \Delta\Pi_r$).
در مثال ۷ ملاحظه می‌شود که قدرت چانه‌زنی خرده‌فروش بیشتر از تولیدکننده ($\mu_m < \mu_r$)و برعکس ریسک تولیدکننده بیشتر از خرده‌فروش می‌باشد($\lambda_m > \lambda_r$)، ولی سود تقسیم شده بین آنها مساوی می‌باشد($\Delta\Pi_m = \Delta\Pi_r$).
در مثال ۸ ملاحظه می‌شود که با مساوی بودن ریسک هر دو بازیکن($\lambda_m = \lambda_r = 0.4$)، به دلیل اینکه قدرت چانه‌زنی خرده-فروش بالاتر از تولیدکننده می‌باشد($\mu_m < \mu_r$)، سهم او از سود اضافی مشترک بیشتر از تولیدکننده است($\Delta\Pi_m < \Delta\Pi_r$).

۷. نتیجه گیری و پیشنهادات آتی

در این مقاله برای یافتن بهینه تصمیمات، دو نوع رابطه کلاسیک بین یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش با استفاده از نظریه‌بازی‌ها استفاده شده است و تصمیمات بهینه از هماهنگی در قیمت‌گذاری، تبلیغات مشارکتی و تخفیف قیمت در راستای برقراری همکاری و همچنین افزایش سود اعضاء و کل زنجیره بدست آمده است. بازی اول، بازی بدون همکاری نش با توزیع متقارن قدرت بین تولیدکننده و خرده‌فروش می‌باشد و هر دو عضو همزمان تصمیمات خود را اتخاذ می نمایند و در بازی دوم، همکاری بین اعضای زنجیره مورد بررسی قرار گرفته است و هر دو تمایل به حداکثر رساندن سود کل دارند.
تقاضای مصرف کننده وابسته به قیمت خرده‌فروشی و هزینه‌های تبلیغاتی انجام شده توسط اعضای زنجیره می‌باشد. برای هماهنگی بین دو عضو زنجیره تبلیغات مشارکتی به کار گرفته شده است بطوریکه تولیدکننده بخشی از هزینه تبلیغات محلی خرده‌فروش را متحمل می‌شود، علاوه بر این تولیدکننده برای هماهنگی بیشتر با دادن تخفیف در قیمت عمده‌فروشی، باعث تعدیل در قیمت خرده-فروشی شده و در نتیجه تقاضا و به تبع آن سود هر دو عضو زنجیره افزایش خواهد یافت.

با تحلیل حساسیت مدل‌های فوق نسبت به پارامترهای k_1 و k_2 میزان حساسیت مدل نسبت به این پارامترها مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه ۱۰ مثال موردی برای زنجیره‌تامین ارائه گردید و برای هر مثال جواب‌های بهینه در هر بازی ارائه شد. نتایج نشان می‌دهد که قیمت خرده‌فروشی زمانی کمترین مقدار را دارد که اعضای زنجیره تصمیم به همکاری دارند، در حالی که هزینه‌های تبلیغاتی تولیدکننده و خرده‌فروش در بازی همکارانه بیشترین مقدار را دارند. همچنین بیشترین سود کل سیستم در بازی همکارانه اتفاق می‌افتد و ما نشان دادیم که همکاری سود بیشتر را برای تولیدکننده و خرده‌فروش تضمین می‌کند. از مدل چانه‌زنی نش نامتقارن برای حل مشکل چانه‌زنی در تقسیم سود اضافی از بازی همکارانه با استفاده از ریسک بازیکنان و قدرت چانه‌زنی آنها استفاده شد. نتایج مدل چانه‌زنی نشان داد که در صورتی که بازیکنان دارای ریسک مساوی باشند، سهم بیشتر به کسی تعلق می‌گیرد که قدرت چانه‌زنی بیشتری داشته باشد و در صورت برابر بودن قدرت چانه‌زنی، بازیکنی که ریسک پذیری بیشتری داشته باشد، سود بیشتری به او می‌رسد.
به منظور پیشنهاد برای مطالعات آتی می‌توان به موارد زیراشاره نمود:

- از جمله تغییرات ممکن در تحقیق حاضر افزایش تعداد سطوح زنجیره‌تامین به سه سطح و یا حتی بالاتر است یا زنجیره‌تامین چند محصولی را در نظر گرفت. حل و مدل-سازی بازی در چنین شرایطی دشوارتر بوده اما در عمل، کاربرد بیشتری خواهد داشت.
- تابع تقاضای بکار رفته در مدل، تنها وابستگی تقاضا به قیمت محصول و تبلیغات را عامل کشش تقاضا در نظر گرفته است. در حالیکه در دنیای اقتصادی امروز، علاوه بر قیمت نهایی محصول، عوامل دیگری نیز چون هزینه‌های بازاریابی، تخفیفات، فروش ویژه، خدمات پس از فروش و مواردی از این

قبیل، بر میزان تقاضای محصول تاثیرمی‌گذارند. بنـابراین در تحقیقات آتی می‌توان تابع تقاضا را به منظور ایجاد همکاری در زنجیره‌تامین با رویکرد نظریه‌بازی‌ها، بصورت پیچیده‌تر و واقعی‌تر در نظر گرفت.

در نظر گرفتن تعداد بیشتر خرده‌فروش و تصمیم گیری در شرایط انحصار چندگانه نیز می‌تواند ما را به دنیای واقعی نزدیکتر کند.

مراجع

[1] Sarmah, S.P., Acharya, D., Goyal, S.K., Buyer vendor coordination models in supply chain management, European Journal of Operational Research, (2006), Vol. 175, No.1, pp. 1-15.

[2] Malone, T.W., Crowston, K., The interdisciplinary study of coordination, Journal ACM Computing Surveys, (1994), Vol. 26, No. 1, pp. 87-119.

[3] Seyedesfahani, M.M., Biazaran, M., Gharakhani, M., A game theoretic approach to coordinate pricing and vertical co-op advertising in manufacturer–retailer supply chains, European Journal of Operational Research, (2011), Vol. 211, No. 2, pp. 263-273.

[4] Cachon, G., Netessin, S., Game theory in supply chain analysis", Handbook of Quantitive Supply Chain Analysis: Modeling in eBusiness Era.Kluwer Academic Publshers, (2004).

[5] Leng, M., Parlar, M., Game Theoretic Applications in Supply Chain Management: A Review, INFOR, (2005), Vol. 43, No. 3, pp. 187-220.

[6] Li, X., Wang, Q., Coordination mechanisms of supply chain systems, European Journal of Operational Research, (2007), Vol. 179, No. 1, pp. 1-16.

[7] Nagarajan, M., Sosic, G., Game-theoretic analysis of cooperation among supply chain agents: Review and extensions, European Journal of Operational Research, (2008), Vol. 187, No. 3, pp. 719–745.

[8] Berger, P.D., Vertical cooperative advertising ventures, Journal of Marketing Research, (1972), Vol. 9, No. 3, pp. 309–312.

[9] Dolan, R.J., A normative model of industrial buyer response to quantity discounts, In: Jain, S.C. (Ed.), Research Frontiers in Marketing: Dialogues and Directions, American Marketing Association, Chicago, (1978), Vol. 23, pp. 121–125.

[10] Roslow, S., Laskey, H.A., Nicholls, J.A.F., The Enigma of Cooperative Advertising, Journal of Business & Industrial Marketing, (1993), Vol. 8, No. 2, pp. 70 – 79.

[11] Jorgensen, S., Zaccour, G., Equilibrium pricing and advertising strategies in a marketing channel, Journal of Optimization Theory and Applications, (1999), Vol. 102, No. 1, pp. 111–125.

[12] Corbett, C.J., de Groote, X., A Supplier's Optimal Quantity Discount Policy Under Asymmetric Information, Management Science, (2000), Vol. 46, No. 3, pp. 444-450.

[13] Jorgensen, S., Sigue, S.P., Zaccour, G., Stackelberg leadership in a marketing channel, International Game Theory Review, (2001), Vol. 3, No. 1, pp. 13–26.

[14] Huang, Z., Li, S.X., Co-op advertising models in manufacturer–retailer supply chains: A game theory approach, European Journal of Operational Research, (2001), Vol. 135, No. 3, pp. 527–544.

[15] Huang, Z., Li, S.X., Mahajan, V., An analysis of manufacturer–retailer supply chain coordination in cooperative advertising, Decision Sciences, (2002), Vol. 33, No. 3, pp. 469–494.

[16] Munson, C.L., Rosenblatt, M.J., Coordinating a three-level supply chain with quantity discounts, IIE Transactions, (2001), Vol. 33, No. 5, pp. 371-384.

[17] Jorgensen, S., Zaccour, G., A differential game of retailer promotions, Automatica, (2003), Vol. 39, No. 7, pp. 1145–1155.

[18] Qi, X., Bard, J.F., Yu, G., Supply chain coordination with demand disruptions, Omega, (2004), Vol. 32, No. 4, pp. 301-312.

[19] Xiao, T., Yang, D., Price and service competition of supply chains with risk-averse retailers under demand uncertainty, Inter Journal of production economics, (2008), Vol. 114, No. 1, pp. 187-200.

[20] Xie, J., Wei, J., Coordinating advertising and pricing in a manufacturer–retailer channel, European Journal of Operational Research, (2009), Vol. 192, No. 2, pp. 785–791.

[21] Esmaeili, M., Aryanezhad, M. B., Zeephongsekul, P., A game theory approach in seller-buyer supply chain, European Journal of Operations Research, (2009), Vol. 195, No. 2, pp. 442-448.

[22] Chen, K., Xiao, T., Demand disruption and coordination of the supply chain with a dominant retailer, European Journal of Operational Research, (2009), Vol. 197, No. 1, pp. 225-234.

[23] Szmerekovsky, J., Zhang, J., Pricing and two-tier advertising with one manufacturer and one retailer. European Journal of Operational Research, (2009), Vol. 193, No. 3, pp. 904-917.

[24] Xie, J., Neyret, A., Co-op advertising and pricing models in manufacturer-retailer supply chains, Computers & Industrial Engineering, (2009), Vol. 56, No. 4, pp. 1375-1385.

[25] Li, J., Wang, S., Cheng, T.C.E., Competition and cooperation in a single-retailer two-supplier supply chain with supply disruption, International Journal of Production Economics, (2010), Vol. 124, No. 1, pp. 137-150.

[26] Esmaeili, M., Zeephongsekul, P., Seller-buyer models of supply chain management with an asymmetric information structure, International Journal of Production Economics, (2010), Vol. 123, No. 1, pp. 146-154.

[27] Chen, T.H., Coordinating the ordering and advertising policies for a single-period commodity in a two-level supply chain, Computers & Industrial Engineering, (2011), Vol. 61, No. 4, pp. 1268-1274.

[28] Aust, G., Buscher, U., Vertical cooperative advertising and pricing decisions in a manufacturer–retailer supply chain: A game-theoretic approach, European Journal of Operational Research, (2012), Vol. 223, No. 2, pp. 473–482.

[29] Wu, C.H., Chen, C.W., Hsieh, C.C., Competitive pricing decisions in a two-echelon supply chain with horizontal and vertical competition, International Journal of Production Economics, (2012), Vol. 135, No. 1, pp. 265-274.

[30] Huang, S., Yang, C., Zhang, X., Pricing and production decisions in dual-channel supply chains with demand disruptions, Computers & Industrial Engineering, (2012), Vol. 62, No. 1, pp. 70-83.

[31] Yue, J., Austin, J., Huang, Zh., Chen, B., Pricing and advertisement in a manufacturer–retailer supply chain. European Journal of Operational Research, (2013), Vol. 231, No. 2, pp. 492-502.

[32] Aust, G., Buscher, U., Vertical cooperative advertising in a retailer duopoly. Computers & Industrial Engineering, (2014), Vol. 72, pp. 247-254.

[33] Jogensen, S., Zaccour, G., A survey of game-theoretic models of cooperative advertising. European Journal of Operational Research, (2014), Vol. 237, No. 1, pp. 1-14.

[34] Aust, G., Buscher, U., Cooperative advertising models in supply chain management: A review. European Journal of Operational Research, (2014), Vol. 234, pp. 1-14.

[35] Chen, T., Effects of the pricing and cooperative advertising policies in a two-echelon dual-channel supply chain. Computers & Industrial Engineering, (2015), Vol. 87, pp. 250-259.

[36] Amrouche, N., Yan, R., Aggressive or partnership strategy: Which choice is better for the national brand?, International Journal

of Production Economics, (2015), Vol. 166, pp. 50-63.

[37] Piana, V., Consumer Decision Rules for Agent-Based Models, Economics Web Institute, (2004).

[38] Nash, J.F., The Bargaining Problem, Econometrica, (1950), Vol. 18, No. 2, pp. 155-62.

[39] Harsanyi, J.C., Selten, R., A generalized Nash solution for two-person bargaining games with incomplete information, Management Science, (1972), Vol. 18, No. 2, pp. 80–106.

[40] Kalai, E., Nonsymmetric Nash solutions and replications of 2-person bargaining, International Journal of Game Theory, (1977), Vol. 6, No. 3, pp. 129–133.