



قیمت‌گذاری در یک زنجیره تأمین دو سطحی با در نظر گرفتن رقابت تولیدکنندگان در تصاحب بازار در سیستم تولید بر اساس سفارش با استفاده از نظریه بازی

محمدامین فرخی^۱، مرتضی راستی برزکی^{۲*}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان
۲. استادیار، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

خلاصه

این مقاله با استفاده از نظریه بازی‌ها، به تجزیه و تحلیل یک زنجیره تأمین دو سطحی شامل دو تولیدکننده و دو خرده‌فروش در یک محیط تولید بر اساس سفارش می‌پردازد. در زنجیره تأمین مورد بررسی، تولیدکننده‌ها با در نظر گرفتن تخفیف برای خرده‌فروشی که به صورت انحصاری کالای آن‌ها را عرضه می‌کند سعی در تصاحب بازار دارند. در این مدل ارزش برند هر یک از تولیدکنندگان و وفاداری مشتریان به یک برند نیز در نظر گرفته شده است. در مدل استکلبرگ تعریف شده برای مسئله، پس از تعیین زمان تدارک از سوی تولیدکننده، درباره قیمت خرده‌فروشی کالا تصمیم‌گیری می‌شود. یافته‌های ما نشان‌دهنده آن است که کاهش نسبت کالای دریافتی یک خرده‌فروش از سوی یک تولیدکننده باعث افزایش قیمت خرده‌فروشی آن خواهد شد. همچنین عرضه انحصاری یک کالا افزایش قیمت عمده‌فروشی آن را در پی خواهد داشت.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت ۱۳۹۴/۰۶/۳

پذیرش ۱۳۹۴/۱۱/۴

کلمات کلیدی:

قیمت‌گذاری

سیستم تولید بر اساس

سفارش

زنجیره تأمین دو سطحی

تخفیف

نظریه بازی

۱- مقدمه

محصول و رساندن آن به دست مشتری صرف خواهد شد. این زمان، زمان تدارک (Lead-time) نامیده می‌شود.

یکی از مهم‌ترین مسائلی که تولیدکنندگان در این گونه سیستم‌های تولیدی با آن مواجه هستند تعیین اندازه بهینه برای زمان تدارک است. اگر چه برای حفظ رضایت مشتریان لازم است زمان تدارک تا حد امکان کوچک باشد؛ اما کم کردن زمان تدارک مستلزم سرمایه‌گذاری هر چه بیشتر برای کاهش آن است. از سوی دیگر هر چه سرمایه‌گذاری اولیه برای کاستن زمان تدارک بیشتر باشد، هزینه تولید و در نتیجه قیمت عرضه محصول به مشتری نیز بیشتر خواهد بود. این موضوع در اکثر سیستم‌های تولیدی و خدماتی نظیر صنایع

حفظ تنوع در محصولات و پاسخ‌گویی سریع به نیازهای مشتریان، از شاخص‌های اصلی حفظ رضایت مشتریان در بازار به شدت رقابتی امروزی است. امروزه برای پاسخ‌گویی به نیازهای متنوع مشتریان استفاده از سیستم‌های تولید بر اساس سفارش (Make-to-Order) بسیار مرسوم است. در این گونه سیستم‌های تولیدی پس از دریافت سفارش از سوی مشتری محصول درخواستی او بر اساس سفارش دریافتی تولید و سپس در اختیار او قرار خواهد گرفت. همان گونه که مشخص است در این سیستم تولیدی زمان مشخصی برای تولید

* نویسنده مسئول. مرتضی راستی برزکی

تلفن: ۰۳۱۳۳۹۱۱۴۸۰؛ پست الکترونیکی: راستی@cc.iut.ac.ir

ذکر شده تنها از طریق تقسیم سود یا هزینه مربوط به فرایندهای مربوط به زنجیره نیست، Zhao et al. مدل خود را به گونه‌ای تعریف کرده‌اند که ریسک ناشی از نوسانات تقاضا بین خرده‌فروش و تولیدکننده تقسیم می‌شود [۶]. در برخی دیگر از مطالعات تمامی عوامل فوق به عنوان موضوعات همکاری در نظر گرفته شده‌اند [۷]. این در حالی است که در پاره‌ای از موارد نیز اهداف متعارض اعضای یک زنجیره تأمین موجب به وجود آمدن رقابت بین اعضای این زنجیره می‌شود.

سهام عمده مسائل تعامل در زنجیره تأمین پیرامون مبحث قیمت-گذاری در زنجیره تأمین می‌باشد. به عبارت دیگر در این گونه مطالعات، قیمت‌گذاری محصول در حالت وجود همکاری بین اعضای زنجیره تأمین یا رقابت بین آن‌ها بررسی می‌شود. علاوه بر آن در برخی دیگر از مطالعات قیمت‌گذاری و تبلیغات همزمان در مدل در نظر گرفته شده‌اند. به عبارت دیگر تقاضای محصولات وابسته به قیمت و تبلیغات مرتبط با آن است [۸، ۹]. در برخی دیگر از مطالعات نیز قیمت‌گذاری محصول در یک زنجیره تأمین سبز مورد بررسی قرار گرفته است [۱۰، ۱۱]. همچنین در برخی دیگر از مطالعات تعیین اندازه دسته سفارش و قیمت‌گذاری محصول به طور همزمان انجام شده‌اند که از آن بین می‌توان به مطالعه انجام شده توسط Abad [۱۲] اشاره کرد. اکیسی و همکاران نیز در مطالعه خود به دنبال حداقل کردن هزینه‌های سیستم با تصمیم‌گیری صحیح در مورد قیمت و اندازه سفارش در یک زنجیره تأمین دو سطحی می‌باشند [۱۳]. طالعی زاده و نوری داریان و نیز در مطالعه خود سعی دارند قیمت و اندازه دسته را در یک مدل چند محصولی استکلبرگ تعیین کنند [۱۴].

نکته دیگر در مورد قیمت‌گذاری محصولات آن است که بیش‌تر زنجیره‌های تأمین تعریف شده در مدل‌های مورد بررسی شامل زنجیره‌های تأمین دو سطحی بوده‌اند اما در بین مطالعات قیمت‌گذاری در زنجیره‌های تأمین چند سطحی نیز مشاهده می‌شود [۱۵]. طالعی زاده و نوری داریان در مطالعه خود در تلاش‌اند تا با رویکرد همکاری بین اعضای زنجیره، کل هزینه زنجیره را در یک زنجیره تأمین سه سطحی حداقل کنند [۱۶]. آن‌ها همچنین در مطالعه دیگری به دنبال بیشینه‌سازی سود هر یک از اعضای زنجیره در یک زنجیره تأمین سه سطحی در یک مدل استکلبرگ می‌باشند [۱۷]. همچنین در مطالعه‌ای جداگانه، کاربردی عملی از زنجیره تأمین سه سطحی را در صنایع دارویی ارائه کرده‌اند [۱۴].

اما موضوع مهم دیگری که در قیمت‌گذاری محصولات مورد بررسی قرار گرفته است وجود یا عدم وجود تخفیف و همچنین نوع تخفیف ارائه شده می‌باشد. تخفیف بر مبنای مقدار رایج‌ترین نوع استفاده از تخفیف در مطالعات است [۱۸]. البته علاوه بر حالت فوق در برخی دیگر از مطالعات انواع مختلف تخفیف با یکدیگر مقایسه شده‌اند. به طور مثال زیائو و کیویی و وجود تخفیف بر مبنای مقدار یا تخفیف افزایشی را با یکدیگر مقایسه کرده‌اند [۱۹]. کای و همکاران نیز به بررسی قیمت‌گذاری و وجود تخفیف در یک زنجیره تأمین دو کاناله

غذایی، پوشاک، لوازم خانگی و ... کاربرد دارد. در این صنایع به منظور کاهش زمان تدارک، می‌توان با استفاده از فناوری‌های جدیدتر یا سیستم‌های حمل و نقل سریع‌تر، زمان تولید یا ارسال محصول را به طور محسوسی کاهش داد؛ اما همانطور که مشخص است این نوع سرمایه‌گذاری‌ها منجر به افزایش هزینه واحد محصول می‌شود. در بخش سه این مقاله، دو مثال با جزئیات بیشتر ارائه می‌شود.

این مطالعه در پی آن است تا با استفاده از نظریه بازی به بررسی تعیین اندازه بهینه زمان تدارک و قیمت عرضه محصول در یک زنجیره تأمین دو سطحی با در نظر گرفتن سیاست تخفیفی و در نظر گرفتن ارزش برند بپردازد. در بخش ۲ مروری کوتاه بر ادبیات موضوع انجام خواهد شد. در بخش ۳ مدل پیشنهادی معرفی و در بخش ۴ تحلیل حساسیت متغیرهای مسئله مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. در بخش ۵ یک مثال عددی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در نهایت نیز در بخش ۶ نتیجه‌گیری کلی ارائه خواهد شد.

۲- مرور ادبیات

در گذشته مدیریت زنجیره تأمین عمدتاً با استفاده از ابزارهایی نظیر مدل‌سازی ریاضی بوده است. همچنین شرکت‌های تجاری نیز برای حفظ بقای خود در بازارهای رقابتی، کاهش هزینه‌ها و بهبود سرویس-دهی به مشتریان را مد نظر داشته‌اند [۱]. اما امروزه استفاده از نظریه بازی‌ها در زمینه مدیریت زنجیره تأمین بسیار مرسوم است. از نظریه بازی‌ها نه تنها در قیمت‌گذاری کالاها در زنجیره تأمین، بلکه در مباحث مربوط به تبلیغات [۲] و بررسی تعامل اعضای زنجیره تأمین استفاده می‌شود. در مدل‌سازی رقابت بین شرکت‌های تجاری، نتایج حاصل تنها به عملکرد شرکت تصمیم‌گیرنده وابسته نیست و به استراتژی سایر شرکت‌ها نیز بستگی دارد [۳]. با توجه به این موضوع یکی از دلایل استفاده روزافزون از مفاهیم نظریه بازی‌ها در تحقیقات را می‌توان وجود چند عامل (چند بازیکن) در مسائل عنوان کرد که نزدیک‌تر شدن هر چه بیش‌تر پژوهش‌ها به واقعیت را به دنبال خواهد داشت.

مدل‌های ارائه شده با استفاده از نظریه بازی در حوزه زنجیره تأمین به بررسی تعامل بین اعضای آن زنجیره می‌پردازد؛ حال آن‌که این تعامل می‌تواند از نوع همکاری یا رقابت باشد. اهداف متعارض اعضای یک زنجیره تأمین و تصمیم‌گیری مستقل هر یک از اعضای آن باعث خواهد شد که هر یک از اعضا در راستای بیشینه‌سازی سود خود حرکت کنند. این رفتار باعث خواهد شد که مجموع سود زنجیره تأمین کاهش یابد. به همین دلیل مدل‌های ارائه شده در حوزه مدیریت زنجیره تأمین بیش‌تر بر همکاری‌های ممکن بین اعضای زنجیره تأکید دارند. در این مدل‌ها عمدتاً به وسیله عقد قرارداد سود یا هزینه بین اعضای زنجیره تأمین تقسیم خواهد شد. به همین دلیل گیاناروکو و پونتراندولوفو متمرکز بودن تصمیم‌گیری را باعث افزایش بهره‌وری سیستم می‌دانند [۴]. به طور مثال الوردیگی تقسیم سود را بین تولیدکننده و خرده‌فروش مد نظر قرار داده است [۵]. البته همکاری

پرداخته‌اند [۲۰].

موضوع جالب توجه دیگری که در حوزه قیمت‌گذاری در یک زنجیره تأمین با استفاده از نظریه بازی‌ها مورد بررسی قرار گرفته است، استفاده از مدل‌های استکلبرگ برای قیمت‌گذاری است. در این مدل‌ها یکی از اعضای زنجیره به عنوان رهبر و دیگری به عنوان پیرو در زنجیره مورد نظر عمل خواهند کرد. به عنوان مثال در مدل تعریف شده توسط تیاچون و همکاران حالت‌های خرده‌فروش-رهبر و تولیدکننده-پیرو و بالعکس در نظر گرفته شده است [۲۱]. استفاده از مدل‌های استکلبرگ در مطالعات دیگر نیز دیده شده است [۱۴، ۱۷].

موضوع مهم دیگری که امروزه در مبحث زنجیره تأمین مطرح است تولید بر اساس نیازهای واقعی مشتریان یا به عبارت دقیق‌تر سفارشی‌سازی محصولات است. با توجه به تنوع روزافزون نیازهای مشتریان سفارشی‌سازی کالاها بر اساس نیازهای مشتریان امری ضروری به نظر می‌رسد. اما آنچه در این حوزه باید بدان توجه داشت آن است که سفارشی‌سازی محصولات نیازمند صرف زمانی برای تولید و تدارک محصول سفارشی است. زیبا و راجاگوپالان و در مطالعه خود تولید کالای استاندارد یا سفارشی‌سازی شده و میزان تنوع آن و همچنین تعیین زمان تدارک و قیمت عرضه آن را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه علاوه بر موارد فوق ارزش برند نیز در مسئله در نظر گرفته شده است [۲۲]. ونگ و ایبرز نیز در مطالعه خود به دنبال بررسی ارزش حاصل از سفارشی‌سازی محصول با در نظر گرفتن زمان تدارک، قیمت عرضه محصول و همچنین میزان تنوع محصول سفارشی‌سازی شده برای به کسب هر چه بیش‌تر مطلوبیت مشتریان هستند. برای این منظور آن‌ها سیستم‌های تولیدی مختلف تولید برای انبارش (Make-to-Stock)، مونتاژ بر مبنای سفارش (Assemble-to-Order) و همچنین تولید بر اساس سفارش را در قالب مدل‌های مختلف با یکدیگر مقایسه کرده‌اند [۲۳]. زیانو و همکاران نیز همکاری یک خرده‌فروش و یک تولیدکننده را به وسیله تقسیم سود و در نظر گرفتن زمان تدارک برای کسب مطلوبیت هر چه بیش‌تر مشتریان در یک سیستم تولید بر اساس سفارش مورد بررسی قرار داده‌اند [۲۴]. زیانو و همکاران. همچنین در مطالعه‌ای دیگر یک زنجیره تأمین دو سطحی دو کاناله را در مدل خود در نظر گرفته‌اند که در آن کالاهای سفارشی از طریق کانال مستقیم و کالاهای استاندارد نیز از راه کانال غیر مستقیم به فروش می‌رسند [۲۵].

موضوع مهم دیگری که در حوزه قیمت‌گذاری کالا در زنجیره‌های تأمین مورد بررسی قرار می‌گیرد تأثیر برند بر تقاضا و رفتار هر یک از اجزای زنجیره است. ژنگ و همکاران تأثیر وجود برند برای خرده‌فروش و شرایط ایجاد شده برای تولیدکننده‌هایی که کالاهایشان توسط آن خرده‌فروش عرضه می‌شوند را مورد بررسی قرار داده‌اند [۲۶]. در برخی دیگر از مطالعات نیز تأثیر برند بر مطلوبیت ایجاد شده برای مشتریان و یا به عبارت دقیق‌تر تأثیر برند بر تقاضای مشتریان مورد بررسی قرار گرفته است [۲۰، ۲۲، ۲۳، ۲۷، ۲۸].

همان‌طور که پیش‌تر نیز بیان شد یکی از مهم‌ترین کاربردهای

نظریه بازی در حوزه زنجیره تأمین استفاده از این رویکرد در قیمت‌گذاری کالاها در زنجیره تأمین است. این مقاله نیز در پی آن است تا با توسعه مدل ارائه شده توسط زیانو همکاران [۲۷] و ارائه یک مدل استکلبرگ به بررسی قیمت‌گذاری محصولات در یک زنجیره تأمین دو سطحی بپردازد. همچنین با توجه به لزوم پاسخ‌گویی سریع به نیازهای متنوع مشتریان مدل ارائه شده در برگزیده سفارشی‌سازی محصول در یک سیستم تولید بر اساس سفارش و با در نظر گرفتن ارزش برند محصولات و وفاداری مشتریان به یک برند می‌باشد.

علاوه بر موارد بیان شده آن چه این مطالعه را از سایر مطالعات متمایز می‌کند نوع تخفیف ارائه شده در این مقاله می‌باشد. بر خلاف مطالعات گذشته که تخفیف بر مبنای مقدار یا تخفیف نموی را مد نظر داشته‌اند، تخفیف ارائه شده در این مدل به گونه‌ای است که خرده‌فروش تنها در صورت عرضه انحصاری محصولات تولیدکننده، از تخفیف در نظر گرفته شده از سوی او بهره‌مند خواهد شد.

۳- تعریف مسئله

یک زنجیره تأمین دو سطحی متشکل از دو تولیدکننده و دو خرده‌فروش را در نظر بگیرید. هر یک از خرده‌فروش‌ها می‌توانند عرضه محصولات حداقل یکی از تولیدکنندگان را بر عهده بگیرند. عرضه محصولات در این زنجیره به صورت سفارشی است، به عبارت دیگر سیستم در حالت تولید بر اساس سفارش فعالیت دارد. ذکر این نکته ضروری است که منظور از سفارشی‌سازی محصول، سفارشی‌سازی ویژگی‌های مرتبط با آن نظیر رنگ، اندازه و یا سایر ویژگی‌های آن می‌باشد. همچنین در مدل تعریف شده، هر تولیدکننده برند خاص خود را دارد. نکته قابل توجه دیگر آن است که در صورتی که هر یک از خرده‌فروش‌ها عرضه محصولات تنها یکی از تولیدکنندگان را بر عهده بگیرد، از تخفیف ارائه شده توسط تولیدکننده برای عرضه انحصاری محصولات آن بهره‌مند خواهند شد. با استفاده از این راهکار تولیدکننده در تلاش است رقیب دیگر را از میدان خارج کند. رقابت بر سر عرضه محصولات توسط خرده‌فروش پیش‌تر نیز مشاهده شده است [۲۹]. لازم به ذکر است که یک خرده‌فروش می‌تواند عرضه کالاهای تولیدی هر دو تولیدکننده را نیز بر عهده بگیرد. پس به طور کلی خرده‌فروش باید در مورد اینکه کالای یک تولیدکننده را عرضه کند و از تخفیف او برخوردار شود یا کالاهای تولیدی هر دو تولیدکننده را عرضه کند و در عوض به تقاضای هر دو کالا پاسخ دهد تصمیم‌گیری کند.

به عنوان مثال دو تولیدکننده لوازم خانگی را در نظر بگیرید. هر یک از تولیدکنندگان ترجیح می‌دهند که کالاهایشان توسط یک خرده‌فروش انحصاری عرضه شود. به همین سبب آن‌ها به خرده‌فروشی که کالاهای آن‌ها را به صورت انحصاری عرضه کند تخفیف ارائه خواهند کرد. لازم به ذکر است که سفارشی‌سازی این محصولات را می‌توان به ویژگی‌هایی نظیر رنگ یا مشخصه‌های فنی این محصولات نسبت داد. به عنوان مثالی دیگر می‌توان دو تولیدکننده لباس را به عنوان دو برند در نظر گرفت و سفارشی‌سازی محصولات تولیدی دو تولیدکننده را به

تدارک محصول خود بپردازد. β_i در رابطه فوق یک مقدار ثابت است که فاکتور هزینه‌ی زمان تدارک برای تولیدکننده i نام دارد. واضح است که با کاهش زمان تدارک مقدار β_i/L_i یا به عبارت دیگر هزینه مرتبط با زمان تدارک افزایش و در مقابل با افزایش زمان تدارک هزینه مورد نظر کاهش خواهد یافت.

همان‌طور که پیش‌تر نیز بیان شد، در مدل استکلبرگ تعریف شده پس از تعیین زمان تدارک کالاهای مختلف از سوی تولیدکنندگان، قیمت‌های عمده‌فروشی از سوی آن‌ها تعیین و پس از آن قیمت‌های خرده‌فروشی کالاهای مختلف بر اساس زمان تدارک و قیمت‌های عمده‌فروشی مشخص شده، از سوی خرده‌فروش تعیین خواهند شد.



شکل (۱): مدل بازار Hoteling

در این مقاله نیز مانند مطالعه انجام شده توسط زیائو و همکاران [۲۷] ارزش برند نیز در مدل‌سازی مسئله در نظر گرفته شده است. [۳۰]. در این مدل، بازار مصرف مانند یک خط در نظر گرفته می‌شود که دو تولیدکننده با برندهای متفاوت بر روی دو نقطه از این خط قرار گرفته‌اند و مشتریان نیز با سلاقی مختلف به صورت یکنواخت بر روی این خط قرار دارند. یکنواخت بودن تقاضای مشتریان در مطالعات دیگر نیز مشاهده شده است [۳۱].

در این مدل این گونه فرض شده است که مشتریان دو برند نه تنها در فاصله بین آن دو برند بلکه در خارج از این ناحیه نیز قرار گرفته‌اند. همچنین موقعیت هر مشتری بر روی این خط بیان‌گر ترجیح نسبی او نسبت به دو برند موجود است. به عبارت دیگر در صورتی که مشتری در موقعیتی نزدیک به یک برند و دورتر از برند دیگر قرار داشته باشد بدین معناست که مشتری برند نزدیک‌تر را به برند دورتر ترجیح می‌دهد. به عبارت دقیق‌تر برند نزدیک‌تر به سلیقه مشتری نزدیک‌تر است. در این مدل فاصله بین دو برند (d) نیز از اهمیت به سزایی برخوردار است. به عبارت دیگر هر چه فاصله بین دو برند کمتر باشد بدان معناست که کالای تولید شده توسط دو برند از جایگزین‌پذیری بالاتری برخوردارند و در مقابل هر چه فاصله مورد نظر بیشتر باشد جایگزین‌پذیری کالاهای یاد شده کمتر خواهد بود.

گام بعدی در تعریف مدل ارائه روشی برای به دست آوردن تقاضاست. برای این منظور تابعی برای به دست آوردن مطلوبیت مشتریان تعریف خواهد شد، در صورتی که مطلوبیت یک مشتری برای یک محصول مقدار مثبتی باشد آن مشتری در جمع متقاضیان آن کالا قرار خواهد گرفت. با توجه به مطالب بیان شده مانند روش ارائه شده توسط زیا و راجاگوپالان [۲۲]، ونگ و اییرز [۲۳] و زیائو و همکاران [۲۷] مطلوبیت یک مشتری برای یک محصول به صورت تابعی از قیمت آن محصول، زمان تدارک آن و فاصله سلیقه مشتری از برند مورد نظر تعریف خواهد شد. نکته قابل توجه در این مدل آن است که با توجه به اینکه در این مدل ممکن است یک محصول توسط دو

ویژگی‌هایی نظیر رنگ و یا اندازه لباس‌های تولیدی نسبت داد. فرض کنید هزینه تولید کالا توسط تولیدکننده اول C_1 و هزینه تولید کالا توسط تولیدکننده دوم برابر C_2 باشد. هر یک از تولیدکنندگان محصول تولیدی خود را با قیمت‌های عمده‌فروشی W_1 و W_2 عرضه خواهند کرد. البته مشخص است که مقادیر W_1 و W_2 از C_1 و C_2 بیش‌تر است. همچنین در صورتی که تولیدکننده کالای تولیدی خود را در اختیار یک خرده‌فروش انحصاری قرار دهد، قیمت عرضه کالا به او به ترتیب از طرف تولیدکننده اول و تولیدکننده دوم به نسبت ω_1 و ω_2 کمتر خواهد بود. به عبارت دیگر قیمت عمده‌فروشی محصول تولیدکننده i شامل $(100 * \omega_i)\%$ تخفیف خواهد شد. همچنین از آنجایی که سیستم تولید محصول در این مسئله از نوع تولید بر اساس سفارش است، هر یک از تولیدکنندگان زمانی را برای زمان تدارک محصول خود در نظر خواهند داشت و این زمان برای تولیدکننده اول برابر L_1 و برای تولیدکننده دوم برابر L_2 خواهد بود. حال فرض کنید هر دو خرده‌فروش کالاهای هر دو تولیدکننده را عرضه می‌کنند، در این صورت قیمت عرضه کالای تولیدی تولیدکننده اول توسط خرده‌فروش اول برابر p_{11} و قیمت عرضه آن توسط خرده‌فروش دوم نیز برابر p_{12} خواهد بود. به همین صورت قیمت عرضه محصولات تولیدی تولیدکننده دوم توسط خرده‌فروش اول و خرده‌فروش دوم به ترتیب برابر p_{21} و p_{22} خواهد بود.

لازم به ذکر است که قیمت خرده‌فروشی کالاهای مختلف پس از مشخص شدن قیمت عمده‌فروشی آن‌ها و زمان تدارک مربوط به هر یک از محصولات، تعیین خواهد شد. به عبارت دیگر در مدل تعریف شده تولیدکننده رهبر و خرده‌فروش پیرو می‌باشد. از آنجایی که در این مدل بر خلاف مدل ارائه شده توسط زیائو و همکاران [۲۷] یک خرده‌فروش می‌تواند عرضه محصولات دو تولیدکننده را بر عهده بگیرد در این مدل پارامتر ورودی ρ_{ij} به عنوان نسبتی از تولیدات تولیدکننده i ($i \in \{1,2\}$) که به خرده‌فروش j ($j \in \{1,2\}$) اختصاص می‌یابد تعریف خواهد شد. لازم به ذکر است که نسبتی از تولیدات تولیدکننده i که به خرده‌فروش دیگر اختصاص می‌یابد برابر $1 - \rho_{ij}$ خواهد بود.

همان‌طور که پیش‌تر نیز بیان شد تصمیم‌گیری در مورد مقدار زمان تدارک و تعیین مقدار قیمت عرضه محصولات به بازار، بزرگترین چالش‌های پیش‌رو در محیط تولید بر اساس سفارش هستند. اگر چه با کاهش زمان تدارک و در نتیجه کاهش زمان انتظار رضایت‌مندی مشتریان افزایش خواهد یافت ولی برای این منظور لازم است میزان سرمایه‌گذاری اولیه افزایش یابد که این خود باعث بالا رفتن قیمت عرضه محصول خواهد شد. به همین دلیل یافتن مقادیر مناسب برای زمان تدارک و قیمت عرضه محصول به بازار از اهمیت بالایی برخوردار است. پس تولیدکننده باید بین اندازه زمان تدارک و قیمت عرضه محصول به بازار یک تبادلی انجام دهد. در این نوشتار نیز مانند مطالعات انجام شده توسط زیا و راجاگوپالان [۲۲] و زیائو و همکاران [۲۷] تولیدکننده i باید هزینه β_i/L_i را برای تعیین مقدار L_i به عنوان زمان

اکنون که پارامترها و متغیرهای مسئله به تشریح مورد بررسی قرار گرفت، در این گام ابتدا باید تقاضای مربوط به هر یک از کالاها را به دست آورد. برای این منظور لازم است به صورت جداگانه تقاضای مشتریان بی تفاوت و وفادار به برند را محاسبه گردد، واضح است که تقاضای کل برابر مجموع تقاضای مشتریان بی تفاوت و وفادار به برند خواهد بود.

مشتریان بی تفاوت به برند مشتریانی هستند که در فاصله بین دو برند بر روی خط بازار مدل هتلینگ [۳۰] قرار دارند. مطلوبیت این مشتریان ممکن است با تغییر پارامترهای مسئله از یک برند به برند دیگر تغییر کند.

در مقابل مشتریان وفادار به برند نیز شامل مشتریانی است که در خارج از ناحیه فاصله بین دو برند قرار گرفته‌اند. واضح است که این مشتریان متقاضی کالای با برند نزدیک‌تر هستند.

برای به دست آوردن تقاضای مشتریان در ابتدا لازم است توابع مطلوبیت خریداران هر یک از کالاها در این حالت خاص تعریف شود. با توجه به اینکه در این حالت هر دو خرده‌فروش کالاهای تولیدی هر دو تولیدکننده را عرضه می‌کنند، توابع مطلوبیت یاد شده به صورت زیر خواهد بود:

$$U_1 = r - \rho_{11}p_{11} - \rho_{12}p_{12} - \alpha L_1 - tx_1 \quad (۳)$$

$$U_2 = r - \rho_{21}p_{21} - \rho_{22}p_{22} - \alpha L_2 - tx_2 \quad (۴)$$

برای به دست آوردن نقطه بی تفاوتی دو برند لازم است مطلوبیت کالاهای اول و دوم برای آن نقطه با یکدیگر برابر باشند. به عبارت دیگر با حل معادله $U_1 = U_2$ نسبت به موقعیت مشتری، می‌توان موقعیت مشتری را که نسبت به خرید دو برند مختلف بی تفاوت است را به دست آورد. واضح است که فاصله موقعیت هر یک از برندها تا این نقطه برابر با مجموع تقاضای مشتریان بی تفاوت برای هر یک از کالاها خواهد بود. اگر \bar{x}_1 و \bar{x}_2 به ترتیب نشان‌دهنده تقاضای مشتریان بی تفاوت برای کالای نوع اول و دوم باشد و همچنین با توجه به اینکه d نیز فاصله بین دو برند می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که $d = \bar{x}_1 + \bar{x}_2$ می‌باشد. به عبارت دقیق‌تر d یا همان فاصله بین دو برند بیان‌گر مجموع تقاضای مشتریان بی تفاوت نیز خواهد بود.

پس با حل معادله $r - \rho_{11}p_{11} - \rho_{12}p_{12} - \alpha L_1 - t\bar{x}_1 = r - \rho_{21}p_{21} - \rho_{22}p_{22} - \alpha L_2 - t(d - \bar{x}_1)$ می‌توان تقاضای مشتریان بی تفاوت برای کالای نوع اول و به طور مشابه تقاضای مشتریان بی تفاوت برای کالای نوع دوم را به صورت زیر به دست آورد:

$$\bar{x}_1 = \frac{td - \rho_{11}p_{11} - \rho_{12}p_{12} + \rho_{21}p_{21} + \rho_{22}p_{22} - \alpha L_1 + \alpha L_2}{2t} \quad (۵)$$

$$\bar{x}_2 = \frac{td - \rho_{21}p_{21} - \rho_{22}p_{22} + \rho_{11}p_{11} + \rho_{12}p_{12} - \alpha L_2 + \alpha L_1}{2t} \quad (۶)$$

همان‌طور که پیش‌تر نیز عنوان شد مشتریان وفادار به برند مشتریانی هستند که در خارج از ناحیه بین دو برند قرار دارند و تقاضای آن‌ها برابر با حداکثر فاصله‌ای است که آن ناحیه مقدار $0 \leq U_i$ باشد. پس برای به دست آوردن تقاضای مشتریان وفادار به برند مورد نظر لازم است با حل معادلات $U_i = 0$ به ازای هر کالا مقدار تقاضای مورد نظر را به دست آورد.

خرده‌فروش عرضه شود، بر خلاف روش‌های گذشته قیمت آن به صورت میانگین وزنی قیمت عرضه آن توسط دو خرده‌فروش در نظر گرفته می‌شود. مطلوبیت مورد نظر برای کالای اول و دوم به صورت زیر تعریف خواهد شد:

$$U_1 = r - \rho_{11}p_{11} - \rho_{12}p_{12} - \alpha L_1 - tx_1 \quad (۱)$$

$$U_2 = r - \rho_{21}p_{21} - \rho_{22}p_{22} - \alpha L_2 - tx_2 \quad (۲)$$

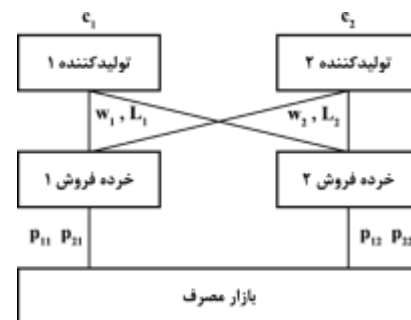
که در آن r قیمت کالای ایده‌آل، α میزان حساسیت مشتری به زمان تدارک و t نیز میزان حساسیت او به فاصله از برند مورد نظر و x_i نیز فاصله موقعیت مشتری از برند مورد نظر است. لازم به ذکر است که قیمت کالای ایده‌آل را می‌توان با استفاده از نظرسنجی یا با استفاده از تجربیات گذشته تعیین کرد. همچنین واضح است که این مقدار به کیفیت محصول بستگی دارد.

با استفاده از توابع مطلوبیت فوق می‌توان تقاضا را بر مبنای قیمت کالا و قیمت کالای رقیب محاسبه کرد [۲۹، ۳۲].

در ادامه حالت‌های مختلف مسئله تعریف شده به طور جداگانه مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در ابتدا حالتی که در آن هر دو خرده‌فروش کالاهای تولیدی هر دو تولیدکننده را عرضه می‌کنند مورد بررسی قرار خواهد گرفت. پس از آن شرایطی که در آن هر دو خرده‌فروش کالاهای تنها یک تولیدکننده را عرضه می‌کنند مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در نهایت نیز حالتی که یک خرده‌فروش به صورت انحصاری و خرده‌فروش دیگر کالای هر دو تولیدکننده را عرضه می‌کند مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

در هر یک از حالت‌های فوق لازم است ابتدا تقاضای مشتریان وفادار و مشتریان بی تفاوت محاسبه و با توجه به مقادیر به دست آمده تقاضای هر یک از محصولات به دست آید. سپس با توجه به مقادیر به دست آمده برای تقاضا و توابع سود مرتبط با خرده‌فروش‌ها، قیمت‌های خرده‌فروشی کالاهای مختلف محاسبه خواهد شد. پس از آن و با استفاده از مقادیر به دست آمده برای قیمت‌های خرده‌فروشی هر یک از کالاها، قیمت‌های عمده‌فروشی آن‌ها محاسبه خواهد شد. در نهایت نیز با توجه به تمامی مقادیر به دست آمده، مقدار بهینه مرتبط با زمان تدارک هر یک از کالاها محاسبه خواهد شد.

۳-۱- عرضه هر دو کالا توسط هر دو خرده‌فروش



شکل (۲): عرضه دو کالا توسط دو خرده‌فروش

خرده‌فروشی هر یک از خرده‌فروش‌ها، به صورت زیر به دست خواهد آمد:

$$p_{11} = \frac{td + 2r - 2\alpha L_1 + 4w_1\rho_{11} - 2w_1\rho_{12}}{6\rho_{11}} \quad (17)$$

$$p_{21} = \frac{td + 2r - 2\alpha L_2 + 4w_2\rho_{21} - 2w_2\rho_{22}}{6\rho_{21}} \quad (18)$$

$$p_{12} = \frac{td + 2r - 2\alpha L_1 - 2w_1\rho_{11} + 4w_1\rho_{12}}{6\rho_{12}} \quad (19)$$

$$p_{22} = \frac{td + 2r - 2\alpha L_2 - 2w_2\rho_{21} + 4w_2\rho_{22}}{6\rho_{22}} \quad (20)$$

واضح است که توابع π_{M1} و π_{M2} نسبت به w_1 و w_2 مقعر می‌باشند، پس با قرار دادن مقادیر به دست آمده برای قیمت‌های خرده‌فروشی فوق در روابط (۱۱) و (۱۲) و در نهایت حل دستگاه زیر می‌توان مقادیر بهینه w_1 و w_2 را به دست آورد:

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi_{M1}}{\partial w_1} = 0 \\ \frac{\partial \pi_{M2}}{\partial w_2} = 0 \end{cases} \quad (21)$$

مقادیر به دست آمده برای قیمت‌های عمده‌فروشی به صورت زیر خواهد بود:

$$w_1 = \frac{7td + 14r - 17\alpha L_1 + 3\alpha L_2 + 18c_1 + 3c_2}{35} \quad (22)$$

$$w_2 = \frac{7td + 14r + 3\alpha L_1 - 17\alpha L_2 + 3c_1 + 18c_2}{35} \quad (23)$$

با قرار دادن مقادیر به دست آمده فوق برای w_1 و w_2 در معادلات مربوط به سود هر یک از تولیدکنندگان، مشاهده خواهیم کرد توابع به دست آمده بر حسب L_1 و L_2 خواهند بود. برای به دست آوردن مقادیر بهینه L_1 و L_2 ابتدا باید تقعر π_{M1} مورد بررسی قرار گیرد. در صورتی که $L_1 < \sqrt[3]{(2450t\beta_1)/(289\alpha^2)}$ تابع مورد نظر مقعر و بعد از آن محدب خواهد بود. همچنین در صورتی که $L_2 < \sqrt[3]{(2450t\beta_2)/(289\alpha^2)}$ باشد تابع π_{M2} نیز مقعر خواهد بود. اکنون با حل معادله $\frac{\partial \pi_{M1}}{\partial L_1} = 0$ به ازای L_2 ، برای مقدار یاد شده خواهیم داشت:

$$L_2 = \frac{1}{51L_1^2\alpha^2} (289L_1^3\alpha^2 + 1225t\beta_1 - 17L_1^2\alpha(7td + 14r - 17c_1 + 3c_2)) \quad (24)$$

مقدار بهینه به دست آمده برای L_1 نیز با حل معادله $\frac{\partial \pi_{M2}}{\partial L_2} = 0$ و قرار دادن مقدار به دست آمده برای L_2 از رابطه فوق در رابطه زیر به دست خواهد آمد:

$$\frac{\partial \pi_{M2}}{\partial L_2} = \frac{289L_2^3\alpha^2 + 1225t\beta_2 - 17L_2^2\alpha(14r + 7td + 3L_1\alpha + 3c_1 - 17c_2)}{1225L_2^2t} \quad (25)$$

$$\bar{x}_1 = \frac{r - \rho_{11}p_{11} - \rho_{12}p_{12} - \alpha L_1}{t} \quad (7)$$

$$\bar{x}_2 = \frac{r - \rho_{21}p_{21} - \rho_{22}p_{22} - \alpha L_2}{t} \quad (8)$$

در نهایت تقاضای کل برای هر یک از کالاهای مورد نظر برابر خواهد بود با:

$$q_1 = \bar{x}_1 + \bar{x}_2 = \frac{td + 2r - 3\rho_{11}p_{11} - 3\rho_{12}p_{12} + \rho_{21}p_{21} + \rho_{22}p_{22} - 3\alpha L_1 + \alpha L_2}{2t} \quad (9)$$

$$q_2 = \bar{x}_2 + \bar{x}_1 = \frac{td + 2r - 3\rho_{21}p_{21} - 3\rho_{22}p_{22} + \rho_{11}p_{11} + \rho_{12}p_{12} - 3\alpha L_2 + \alpha L_1}{2t} \quad (10)$$

اکنون که تقاضای هر یک از کالاها با توجه به روابط فوق به دست آمده است می‌توان به بررسی تابع سود هر یک از اجزای زنجیره تأمین مورد نظر پرداخت. تابع سود هر یک از تولیدکنندگان در این حالت به صورت زیر خواهد بود:

$$\pi_{M1} = (w_1 - c_1)q_1 - \beta_1/L_1 \quad (11)$$

$$\pi_{M2} = (w_2 - c_2)q_2 - \beta_2/L_2 \quad (12)$$

تابع سود هر یک از خرده‌فروش‌ها نیز به صورت زیر خواهد بود:

$$\pi_{R1} = (p_{11} - w_1)\rho_{11}q_1 + (p_{21} - w_2)\rho_{21}q_2 \quad (13)$$

$$\pi_{R2} = (p_{12} - w_1)\rho_{12}q_1 + (p_{22} - w_2)\rho_{22}q_2 \quad (14)$$

با توجه به اینکه توابع سود تعریف شده برای هر یک از خرده‌فروش‌ها بر حسب دو متغیر هستند لازم است ابتدا ماتریس هشین مربوط به هر یک از خرده‌فروش‌ها تشکیل و تقعر این توابع نسبت به متغیرهای مربوط مورد بررسی قرار گیرد. با تشکیل ماتریس هشین برای خرده‌فروش اول خواهیم داشت:

$$H_{R1} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_{R1}}{\partial p_{11}^2} & \frac{\partial^2 \pi_{R1}}{\partial p_{11} \partial p_{21}} \\ \frac{\partial^2 \pi_{R1}}{\partial p_{21} \partial p_{11}} & \frac{\partial^2 \pi_{R1}}{\partial p_{21}^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-3\rho_{11}^2}{t} & \frac{\rho_{11}\rho_{21}}{t} \\ \frac{\rho_{11}\rho_{21}}{t} & \frac{-3\rho_{21}^2}{t} \end{bmatrix} \quad (15)$$

با توجه به مثبت بودن پارامترهای ρ_{11} ، ρ_{21} و مقدار t به دست آمده برای $\frac{8\rho_{11}^2\rho_{21}^2}{t^2}$ نیز مقداری مثبت خواهد بود. پس تابع به دست آمده برای سود خرده‌فروش اول نسبت به p_{11} و p_{22} مقعر خواهد بود. واضح است که برای خرده‌فروش دوم نیز به همین صورت خواهد بود. با توجه به تقعر تابع سود خرده‌فروش اول نسبت به متغیرهای یاد شده، برای به دست آوردن مقادیر بهینه قیمت‌های خرده‌فروشی دستگاه معادلات زیر حل خواهد شد:

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi_{R1}}{\partial p_{11}} = 0 \\ \frac{\partial \pi_{R1}}{\partial p_{21}} = 0 \\ \frac{\partial \pi_{R2}}{\partial p_{12}} = 0 \\ \frac{\partial \pi_{R2}}{\partial p_{22}} = 0 \end{cases} \quad (16)$$

با حل دستگاه فوق مقادیر بهینه متغیرهای مربوط به قیمت‌های

$$\pi_{M2} = ((1 - \omega_2)w_2 - c_2)q_2 - \beta_2/L_2 \quad (۳۵)$$

$$\pi_{R1} = (p_{11} - (1 - \omega_1)w_1)q_1 \quad (۳۶)$$

$$\pi_{R2} = (p_{22} - (1 - \omega_2)w_2)q_2 \quad (۳۷)$$

واضح است که توابع π_{R2} و π_{R1} به ترتیب نسبت به p_{22} و p_{11} مقعر هستند، پس برای به دست آوردن مقادیر بهینه p_{22} و p_{11} کافی است دستگاه معادلات زیر را حل کنیم:

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi_{R1}}{\partial p_{11}} = 0 \\ \frac{\partial \pi_{R2}}{\partial p_{22}} = 0 \end{cases} \quad (۳۸)$$

با توجه به روابط یاد شده و البته با توجه به اینکه توابع π_{R1} و π_{R2} نسبت به مقادیر p_{22} و p_{11} مقعر هستند می‌توان مقادیر یاد شده را با حل دستگاه فوق به دست آورد:

$$p_{11} = \frac{1}{35}(7td + 14r + 18(1 - \omega_1)w_1 + 3(1 - \omega_2)w_2 - 17\alpha L_1 + 3\alpha L_2) \quad (۳۹)$$

$$p_{22} = \frac{1}{35}(7td + 14r + 3(1 - \omega_1)w_1 + 18(1 - \omega_2)w_2 + 3\alpha L_1 - 17\alpha L_2) \quad (۴۰)$$

در این حالت نیز با توجه به اینکه توابع π_{M1} و π_{M2} نسبت به w_1 و w_2 مقعر هستند؛ پس از قرار دادن مقادیر به دست آمده فوق در روابط (۳۴) و (۳۵) دستگاه (۴۱) زیر را حل خواهیم کرد. با حل دستگاه معادلات فوق مقادیر بهینه به دست آمده برای w_1 و w_2 به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi_{M1}}{\partial w_1} = 0 \\ \frac{\partial \pi_{M2}}{\partial w_2} = 0 \end{cases} \quad (۴۱)$$

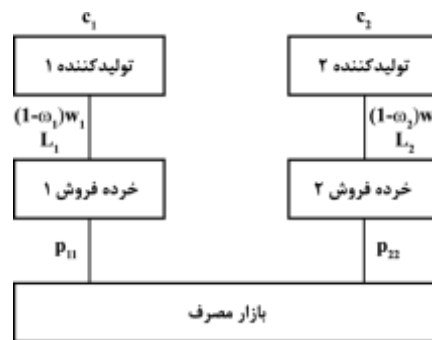
$$w_1 = \frac{259td + 518r - 569\alpha L_1 + 51\alpha L_2 + 578c_1 + 51c_2}{1147(1 - \omega_1)} \quad (۴۲)$$

$$w_2 = \frac{259td + 518r + 51\alpha L_1 - 569\alpha L_2 + 51c_1 + 578c_2}{1147(1 - \omega_2)} \quad (۴۳)$$

در این گام نیز لازم است مشابه حالت قبل، مقادیر بهینه L_1 و L_2 محاسبه شود. برای این منظور پس از جایگذاری مقادیر به دست آمده برای w_1 و w_2 در رابطه π_{M1} و π_{M2} ، باید جهت تقعر توابع سود هر یک از تولیدکنندگان مورد بررسی قرار گیرد. برای بررسی جهت تقعر تابع سود π_{M1} ابتدا لازم است مقدار $\frac{\partial^2 \pi_{M1}}{\partial L_1^2}$ محاسبه و برابر صفر قرار داده شود. پس از به دست آوردن مقدار L_1 با استفاده از رابطه فوق و در ادامه تعیین علامت آن مشاهده می‌شود در صورتی که $L_1 < \sqrt[3]{(92092630t\beta_1)/(16511811\alpha^2)}$ باشد تابع سود تولیدکننده اول مقعر خواهد بود و پس از مقدار یاد شده جهت تقعر آن تغییر خواهد کرد. برای تولیدکننده دوم نیز در صورتی که $L_2 < \sqrt[3]{(92092630t\beta_2)/(16511811\alpha^2)}$ باشد تابع سود تولیدکننده مقعر و در غیر این صورت جهت تقعر آن تغییر خواهد کرد.

اکنون با محاسبه $\frac{\partial \pi_{M1}}{\partial L_1}$ و برابر صفر قرار دادن آن به ازای L_2 مقدار یاد شده بر حسب L_1 به صورت زیر به دست می‌آید:

۳-۲- عرضه هر دو کالا توسط خرده‌فروش انحصاری



شکل (۳): عرضه کالا توسط خرده‌فروش انحصاری

در این حالت هر یک از کالاهای تولید شده توسط دو تولیدکننده توسط تنها یک خرده‌فروش عرضه خواهد شد. با توجه به این شرایط خرده‌فروش‌ها می‌توانند از تخفیف در نظر گرفته شده از سوی دو تولیدکننده استفاده کنند.

در این حالت نیز مانند حالت قبل از تابع مطلوبیت تعریف شده برای مشتریان برای به دست آوردن میزان تقاضای مشتریان بی‌تفاوت و مشتریان وفادار استفاده می‌شود.

تابع مطلوبیت برای مشتریان خریداران کالای نوع اول و کالای نوع دوم به صورت زیر تعریف خواهد شد:

$$U_1 = r - p_{11} - \alpha L_1 - tx_1 \quad (۲۶)$$

$$U_2 = r - p_{22} - \alpha L_2 - tx_2 \quad (۲۷)$$

با توجه به روابط فوق تقاضای مشتریان بی‌تفاوت برای کالای نوع اول و کالای نوع دوم به صورت زیر خواهد بود:

$$\bar{x}_1 = \frac{td - p_{11} + p_{22} - \alpha L_1 + \alpha L_2}{2t} \quad (۲۸)$$

$$\bar{x}_2 = \frac{td - p_{22} + p_{11} - \alpha L_2 + \alpha L_1}{2t} \quad (۲۹)$$

برای به دست آوردن تقاضای مشتریان وفادار نیز مانند حالت قبل با حل معادلات $U_i = 0$ به ازای هر کالا خواهیم داشت:

$$\bar{x}_1 = \frac{r - p_{11} - \alpha L_1}{t} \quad (۳۰)$$

$$\bar{x}_2 = \frac{r - p_{22} - \alpha L_2}{t} \quad (۳۱)$$

در نهایت تقاضای هر کالا در این حالت که مجموع تقاضای مشتریان بی‌تفاوت و مشتریان وفادار به برند است به صورت زیر خواهد بود:

$$q_1 = \bar{x}_1 + \bar{\bar{x}}_1 = \frac{td + 2r - 3p_{11} + p_{22} - 3\alpha L_1 + \alpha L_2}{2t} \quad (۳۲)$$

$$q_2 = \bar{x}_2 + \bar{\bar{x}}_2 = \frac{td + 2r - 3p_{22} + p_{11} - 3\alpha L_2 + \alpha L_1}{2t} \quad (۳۳)$$

با توجه به تقاضای به دست آمده برای کالاهای مختلف تابع سود هر یک از اجزای زنجیره تأمین فوق را می‌توان به صورت زیر به دست آورد:

$$\pi_{M1} = ((1 - \omega_1)w_1 - c_1)q_1 - \beta_1/L_1 \quad (۳۴)$$

$$q_1 = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_1}{td + 2r - 3p_{11} + \rho_{21}p_{21} + \rho_{22}p_{22} - 3\alpha L_1 + \alpha L_2} \quad (52)$$

$$q_2 = \frac{\bar{x}_2 + \bar{x}_2}{td + 2r - 3\rho_{21}p_{21} - 3\rho_{22}p_{22} + p_{11} - 3\alpha L_2 + \alpha L_1} \quad (53)$$

با توجه به مقادیر به دست آمده برای تقاضا، توابع سود تولیدکننده‌ها و خرده‌فروش‌های زنجیره تأمین مورد نظر به صورت زیر خواهد بود:

$$\pi_{M1} = (w_1 - c_1)q_1 - \beta_1/L_1 \quad (54)$$

$$\pi_{M2} = ((1 - \omega_2)w_2 - c_2)\rho_{22}q_2 + (w_2 - c_2)\rho_{21}q_2 - \beta_2/L_2 \quad (55)$$

$$\pi_{R1} = (p_{11} - w_1)q_1 + (p_{21} - w_2)\rho_{21}q_2 \quad (56)$$

$$\pi_{R2} = (p_{22} - (1 - \omega_2)w_2)\rho_{22}q_2 \quad (57)$$

در این حالت نیز ابتدا لازم است تقعر تابع π_{R1} نسبت به متغیرهای p_{21} و p_{11} و همچنین تابع π_{R2} نسبت p_{22} بررسی شود. برای این منظور در ابتدا لازم است ماتریس هشین مربوط به تابع π_{R1} به صورت زیر تشکیل شود:

$$H_{R1} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_{R1}}{\partial p_{11}^2} & \frac{\partial^2 \pi_{R1}}{\partial p_{11} \partial p_{21}} \\ \frac{\partial^2 \pi_{R1}}{\partial p_{21} \partial p_{11}} & \frac{\partial^2 \pi_{R1}}{\partial p_{21}^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{3}{t} & \frac{\rho_{21}}{t} \\ \frac{\rho_{21}}{t} & -\frac{3\rho_{21}^2}{t} \end{bmatrix} \quad (58)$$

در این حالت نیز با توجه به مثبت بودن پارامترهای ρ_{21} و t ، مقدار به دست آمده برای $\frac{8\rho_{21}^2}{t}$ مقداری مثبت خواهد بود. پس تابع سود خرده‌فروش اول نسبت به متغیرهای p_{11} و p_{21} مقعر خواهد بود.

همچنین واضح است که تابع سود خرده‌فروش دوم نیز نسبت به متغیر p_{22} مقعر است.

اکنون که مقعر بودن تابع سود خرده‌فروش اول نسبت به متغیرهای p_{11} و p_{21} و تابع سود خرده‌فروش دوم نسبت به p_{22} مربوط مورد بررسی قرار گرفت، با حل دستگاه زیر می‌توانیم مقادیر بهینه p_{11} ، p_{21} و p_{22} را به دست آوریم:

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi_{R1}}{\partial p_{11}} = 0 \\ \frac{\partial \pi_{R1}}{\partial p_{21}} = 0 \\ \frac{\partial \pi_{R2}}{\partial p_{22}} = 0 \end{cases} \quad (59)$$

مقادیر بهینه به دست آمده برای متغیرهای p_{11} ، p_{21} و p_{22} به صورت زیر خواهد بود:

$$p_{11} = \frac{1}{4}(td + 2r + 2w_1 - 2\alpha L_1) \quad (60)$$

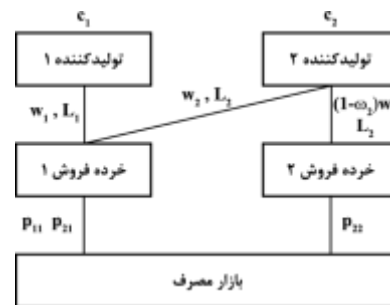
$$p_{21} = \frac{7td + 14r - 2(w_1 + \alpha L_1 + 6\alpha L_2 - 12\rho_{21}w)}{36\rho_{21}} \quad (61)$$

$$L_2 = \frac{569L_1}{51} + \frac{569c_1 - 51c_2 - 259(td + 2r)}{46046315t\beta_1 + 1479969L_1^2\alpha^2} \quad (44)$$

برای به دست آوردن مقدار بهینه L_1 نیز معادله $\frac{\partial \pi_{M2}}{\partial L_2} = 0$ را حل و مقدار به دست آمده فوق برای L_2 را در رابطه زیر قرار می‌دهیم و مقدار بهینه L_1 را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\partial \pi_{M2}}{\partial L_2} = \frac{29019\alpha(569c_2 - 51c_1 + 569L_2\alpha - 51L_1\alpha - 518r - 259td)}{46046315t} + \frac{\beta_2}{L_2^2} \quad (45)$$

۳-۳- عرضه دو کالا توسط یک خرده‌فروش و عرضه انحصاری یک کالا توسط خرده‌فروش دیگر



شکل (۴): عرضه دو کالا توسط یک خرده‌فروش و عرضه یک کالا توسط خرده‌فروش دیگر

در این حالت زنجیره تأمین تعریف شده دارای شکل نامتقارن است. در این حالت تنها یک خرده‌فروش که به عرضه انحصاری کالا می‌پردازد می‌تواند از تخفیف ارائه شده توسط تولیدکننده استفاده کند و خرده‌فروش دیگر که هر دو کالا را عرضه می‌کند مجبور است همان کالا را با قیمت بالاتر خریداری کند.

در این حالت نیز مانند حالت‌های قبل از تابع مطلوبیت مشتریان برای به دست آوردن تقاضا استفاده می‌شود. این توابع برای مشتریان کالای نوع اول و دوم به صورت زیر خواهد بود:

$$U_1 = r - p_{11} - \alpha L_1 - tx_1 \quad (46)$$

$$U_2 = r - \rho_{21}p_{21} - \rho_{22}p_{22} - \alpha L_2 - tx_2 \quad (47)$$

با توجه به رابطه فوق تقاضای مشتریان بی‌تفاوت برای کالای اول و دوم برابر خواهد بود با:

$$\bar{x}_1 = \frac{td - p_{11} + \rho_{21}p_{21} + \rho_{22}p_{22} - \alpha L_1 + \alpha L_2}{2t} \quad (48)$$

$$\bar{x}_2 = \frac{td - \rho_{21}p_{21} - \rho_{22}p_{22} + p_{11} - \alpha L_2 + \alpha L_1}{2t} \quad (49)$$

تقاضای مشتریان وفادار به برند نیز مشابه حالت‌های قبل با حل معادلات $U_i = 0$ به ازای هر کالا به صورت زیر به دست خواهد آمد:

$$\bar{x}_1 = \frac{r - p_{11} - \alpha L_1}{t} \quad (50)$$

$$\bar{x}_2 = \frac{r - \rho_{21}p_{21} - \rho_{22}p_{22} - \alpha L_2}{t} \quad (51)$$

و در نهایت مشابه حالت‌های قبل تقاضای کل برابر خواهد بود با:

جالب توجه دیگر آن است که با افزایش قیمت تولید یا زمان تدارک یک کالا، تقاضای مرتبط با آن کاهش می‌یابد و در مقابل تقاضای مربوط به کالای دیگر افزایش خواهد یافت.

۴-۲- تحلیل حساسیت قیمت‌های خرده‌فروشی

با توجه به روابط (۲۰-۱۷)، (۳۹)، (۴۰) و (۶۲-۶۰)، آن چه می‌توان در مورد تأثیر پارامترهای مسئله بر قیمت‌های خرده‌فروشی عنوان کرد آن است که افزایش فاصله دو برند، افزایش قیمت کالای ایده‌آل و کاهش زمان تدارک کالای مورد نظر باعث افزایش قیمت خرده‌فروشی کالا خواهد شد. با توجه به روابط (۳۹)، (۴۰) و (۶۰) در صورتی که کالای مورد نظر به صورت انحصاری توسط یک خرده‌فروش عرضه شود، افزایش قیمت عمده‌فروشی آن توسط تولیدکننده باعث افزایش قیمت خرده‌فروشی خواهد شد. البته با توجه به روابط (۲۰-۱۷) و (۶۲) در صورتی که یک کالا توسط دو خرده‌فروش نیز عرضه شود، تحت شرایط خاص افزایش قیمت عمده‌فروشی باعث افزایش قیمت خرده‌فروشی آن خواهد شد.

نکته بسیار مهمی دیگری که در روابط مربوط به قیمت خرده‌فروشی کالاهای مختلف جلب توجه می‌کند تأثیر نسبت توزیع کالا بین دو خرده‌فروش از سوی تولیدکننده‌هاست. با توجه به روابط (۱۷) تا (۲۰) و (۶۲) در صورتی که یک کالا توسط دو خرده‌فروش عرضه شود، قیمت خرده‌فروشی محصول با نسبت کالای اختصاص یافته از سوی تولیدکننده به خرده‌فروش نسبت عکس خواهد داشت. به عبارت دیگر افزایش نسبت توزیع کالا به سمت یک خرده‌فروش باعث کاهش قیمت خرده‌فروشی آن خواهد شد.

۴-۳- تحلیل حساسیت قیمت‌های عمده‌فروشی

در مورد قیمت عمده‌فروشی کالاهای مختلف نیز با توجه روابط (۲۲)، (۲۳)، (۴۲)، (۴۳)، (۶۴) و (۶۵) ذکر این نکته ضروری است که افزایش فاصله دو برند و افزایش قیمت کالای ایده‌آل باعث افزایش قیمت عمده‌فروشی محصول خواهد شد. همچنین کاهش زمان تدارک کالا و افزایش زمان تدارک کالای رقیب افزایش قیمت عمده‌فروشی کالا را در پی خواهد داشت. در ادامه لازم به ذکر است که افزایش هزینه تولید کالای توسط تولیدکننده آن و همچنین افزایش هزینه تولید کالای رقیب توسط تولیدکننده دیگر باعث افزایش قیمت عمده‌فروشی کالا خواهد شد.

اما نکته بسیار مهمی که در مورد قیمت عمده‌فروشی کالا وجود دارد آن است که با توجه به روابط (۴۲) و (۴۳) عرضه انحصاری یک کالا توسط خرده‌فروش و اعمال تخفیف از سوی تولیدکننده افزایش قیمت عمده‌فروشی کالا را در پی خواهد داشت.

۴-۴- تحلیل حساسیت زمان تدارک

با توجه به روابط (۲۴)، (۴۴) و (۶۶) در مورد زمان تدارک در

$$p_{22} = \frac{td + 2r + w_1 + \alpha L_1 - 3\alpha L_2 - 3\rho_{21}w_2 + 6f}{9\rho_{22}} \quad (62)$$

مقادیر به دست آمده فوق را در روابط π_{M2} و π_{M1} قرار می‌دهیم، سپس با توجه به مقعر بودن توابع π_{M2} و π_{M1} نسبت به مقادیر w_1 و w_2 با حل دستگاه (۶۳) مقادیر بهینه به دست آمده برای w_1 و w_2 به شکل زیر خواهد بود:

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi_{M1}}{\partial w_1} = 0 \\ \frac{\partial \pi_{M2}}{\partial w_2} = 0 \end{cases} \quad (63)$$

$$w_1 = \frac{1}{51}(11td + 22r - 25\alpha L_1 + 3\alpha L_2 + 26c_1 + 3c_2) \quad (64)$$

$$w_2 = \frac{31td + 62r + 13\alpha L_1 - 75\alpha L_2 + 13c_1 + 78c_2}{153(1 - \rho_{22}\omega_2)} \quad (65)$$

در نهایت نیز مانند حالت‌های قبل لازم است مقادیر بهینه L_1 و L_2 محاسبه گردد. برای این منظور باید پس از جایگذاری مقادیر به دست آمده در توابع سود هر یک از تولیدکنندگان، ابتدا جهت تقعر توابع سود هر یک از تولیدکنندگان مورد بررسی قرار گیرد. با حل معادله $\frac{\partial^2 \pi_{M1}}{\partial L_1^2} = 0$ به ازای L_1 و تعیین علامت آن مشاهده خواهیم کرد که تابع سود تولیدکننده اول به ازای $L_1 < \sqrt[3]{(5202t\beta_1)/(325\alpha^2)}$ مقعر و پس از آن جهت تقعر آن تغییر خواهد کرد. تابع سود تولیدکننده دوم نیز در صورتی که $L_2 < \sqrt[3]{(5202t\beta_2)/(625\alpha^2)}$ مقعر و در غیر این صورت جهت تقعر آن تغییر خواهد کرد. اکنون با حل معادله $\frac{\partial \pi_{M1}}{\partial L_1} = 0$ مقدار L_2 بر حسب L_1 به صورت زیر به دست می‌آید:

$$L_2 = \frac{1}{975L_1^2\alpha^2} (8125\alpha c_1 L_1^2 + 8125\alpha^2 L_1^3 + 23409t\beta_1 - 325\alpha L_1^2(11td + 22r + 3c_2)) \quad (66)$$

برای به دست آوردن مقدار بهینه L_1 نیز با حل عبارت $L_2 = 0$ و قرار دادن مقدار به دست آمده فوق به ازای L_2 در رابطه زیر، می‌توان مقدار بهینه L_1 را به دست آورد:

$$\frac{\partial \pi_{M2}}{\partial L_2} = \frac{7803\beta_2 t + 25L_2^2\alpha(75c_2 - 13c_1 + 75L_2\alpha - 13L_1\alpha - 62r - 31td)}{7803L_2^2 t} \quad (67)$$

۴- تحلیل حساسیت

۴-۱- تحلیل حساسیت تقاضا

در این بخش تأثیر پارامترهای مختلف مسئله در مقادیر مربوط به تقاضای کل در هر یک از حالت‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌طور که در روابط (۹)، (۱۰)، (۳۲)، (۳۳)، (۵۲) و (۵۳) مشاهده می‌شود با افزایش فاصله دو برند یا به عبارت دیگر افزایش جایگزین‌ناپذیری دو کالا با یکدیگر، تقاضای مربوط به هر دو کالا افزایش می‌یابد. افزایش قیمت کالای ایده‌آل نیز باعث افزایش تقاضای هر دو کالا خواهد شد. نکته

و دوم نیز به ترتیب برابر $\pi_{R1} = 7.52381$ و $\pi_{R2} = 7.52381$ خواهد بود. سود هر یک از تولیدکنندگان نیز به ترتیب برابر $\pi_{M1} = 6.20644$ و $\pi_{M2} = 5.35134$ خواهد بود.

برای حالت دوم نیز مانند حالت قبل از بین مقادیر مثبت به دست آمده برای L_1 تنها سه مورد در بازه مورد قبول برای L_1 قرار دارند و از بین این موارد تنها یکی از آن‌ها به عدد قابل قبول برای L_2 منجر خواهد شد. در این حالت مقدار بهینه به دست آمده برای $L_1 = 2.69702$ و مقدار به دست آمده برای $L_2 = 2.96959$ خواهد بود. در ادامه مانند حالت قبل قیمت عمده‌فروشی کالای اول برابر $w_1 = 24.482$ و این قیمت برای کالای دوم نیز برابر $w_2 = 24.8106$ خواهد بود. به همین ترتیب قیمت خرده‌فروشی کالای اول که توسط خرده‌فروش اول به فروش می‌رسد برابر $p_{11} = 32.1261$ و نیز قیمت خرده‌فروشی کالای دوم که توسط خرده‌فروش دوم به فروش می‌رسد برابر $p_{22} = 32.1041$ خواهد بود. در این حالت سود خرده‌فروش اول برابر $\pi_{R1} = 7.37286$ و خرده‌فروش دوم نیز برابر $\pi_{R2} = 6.82777$ خواهد بود. به همین ترتیب سود تولیدکننده اول برابر $\pi_{M1} = 12.9547$ و سود تولیدکننده دوم نیز برابر $\pi_{M2} = 11.7$ خواهد بود.

اما در حالت سوم مشابه حالت‌های قبل مقادیر بهینه برای زمان تدارک $L_1 = 2.78585$ و $L_2 = 3.86746$ خواهد بود. همچنین قیمت عمده‌فروشی کالای اول برابر $w_1 = 22.4697$ و قیمت عمده‌فروشی کالای دوم نیز برابر $w_2 = 21.8211$ خواهد بود. به همین ترتیب مقدار بهینه به دست آمده برای قیمت خرده‌فروشی کالای اول که توسط خرده‌فروش اول به فروش می‌رسد برابر $p_{11} = 33.8419$ خواهد بود. قیمت‌های خرده‌فروشی کالای دوم نیز که توسط خرده‌فروش اول و خرده‌فروش دوم به فروش می‌رسد نیز به ترتیب برابر $p_{21} = 39.5862$ و $p_{22} = 30.9137$ خواهد بود. سود خرده‌فروش اول که کالاهای تولیدی هر دو تولیدکننده را عرضه می‌کند برابر $\pi_{R1} = 13.2079$ و خرده‌فروش دوم نیز که به صورت انحصاری کالای یک تولیدکننده را عرضه می‌کند برابر $\pi_{R2} = 2.43064$ خواهد بود. به همین ترتیب سود تولیدکننده اول که کالاهای تولیدی خود را در اختیار یک خرده‌فروش قرار می‌دهد برابر $\pi_{M1} = 11.6223$ و همچنین این مقدار برای تولیدکننده دوم که کالاهایش توسط دو خرده‌فروش عرضه می‌شود برابر $\pi_{M2} = 5.48196$ خواهد بود.

از نتایج به دست آمده فوق برای این حالت خاص می‌توان دریافت در صورتی که یک تولیدکننده عرضه کالاهایش را به صورت انحصاری در اختیار یک خرده‌فروش قرار دهد مجبور است نسبت به حالتی که عرضه کالا توسط دو خرده‌فروش انجام می‌شود؛ زمان تدارک خود را کاهش دهد. به عبارت دیگر عرضه انحصاری یک کالا توسط یک خرده‌فروش باعث کاهش زمان تدارک آن خواهد شد.

حالت بهینه نیز ذکر این نکته ضروری است که افزایش فاصله بین دو برند و قیمت کالای ایده‌آل، کاهش زمان تدارک را در پی خواهد داشت. همچنین افزایش قیمت تولید توسط تولیدکننده رقیب و کاهش قیمت تولید توسط تولیدکننده افزایش زمان تدارک را در پی خواهد داشت. در آخر نیز نکته قابل ذکر در مورد زمان تدارک تعیین شده از سوی هر تولیدکننده آن است که افزایش فاکتور هزینه زمان تدارک تولیدکننده رقیب باعث افزایش زمان تدارک تولیدکننده خواهد شد.

۵- حل یک مثال عددی

در این گام یک مثال عددی برای حالت‌های مختلف ذکر شده مورد بررسی قرار خواهد گرفت. برای این منظور همان‌طور که پیش‌تر نیز بیان شد ابتدا زمان تدارک توسط یک تولیدکننده تعیین می‌شود. سپس در حالت بهینه زمان تدارک تولیدکننده دیگر با توجه به زمان تدارک تعیین شده توسط تولیدکننده اول تعیین خواهد شد. پس از آن با توجه به مقادیر تعیین شده برای سایر پارامترها به ترتیب ابتدا قیمت‌های عمده‌فروشی و در ادامه قیمت‌های خرده‌فروشی محصول تعیین خواهد شد. سپس با توجه به قیمت‌های تعیین شده تقاضای مرتبط با هر محصول و سود هر یک تولیدکنندگان و خرده‌فروش‌ها به دست خواهد آمد.

برای این منظور مشابه مثال عددی بررسی شده در منبع ۲۷ پارامترهای مسئله به این صورت تعریف خواهند شد: $\beta_1 = 6$, $\alpha = 1$, $t = 16$, $d = 1$, $c_2 = 6$, $c_1 = 5$, $\beta_2 = 7$ و $r = 40$ اما از آنجایی که در مدل تعریف شده [۲۷] نسبت تقسیم کالاها بین دو خرده‌فروش و همچنین ارائه تخفیف در صورت عرضه انحصاری کالا توسط خرده‌فروش وجود نداشت، این پارامترها در مدل تعریف شده به این صورت تعریف خواهند شد: $\rho_{11} = 0.5$, $\rho_{12} = 0.5$, $\rho_{21} = 0.5$, $\rho_{22} = 0.5$ و $\omega_1 = 0.05$ و $\omega_2 = 0.05$.

با قرار دادن مقادیر فوق در مسئله برای حالت اول برای L_1 شش مقدار مثبت به دست می‌آید که از بین این مقادیر تنها سه مورد از آن‌ها در بازه مورد قبول برای L_1 قرار دارند. از بین سه مقدار یاد قابل قبول برای L_1 نیز تنها یک مورد مقدار قابل قبول برای L_2 را ارائه می‌کند. با توجه به این، مقدار بهینه به دست آمده $L_1 = 3.52478$ و $L_2 = 3.90925$ خواهد بود. به همین ترتیب قیمت عمده‌فروشی برای کالای اول $w_1 = 20.9084$ و برای کالای دوم برابر $w_2 = 21.1196$ خواهد بود. قیمت خرده‌فروشی کالای اول توسط خرده‌فروش اول برابر $p_{11} = 36.6196$ و قیمت خرده‌فروشی آن توسط خرده‌فروش دوم نیز برابر $p_{12} = 36.6196$ خواهد بود. به همین ترتیب قیمت خرده‌فروشی کالای دوم توسط خرده‌فروش اول برابر $p_{21} = 36.4364$ و قیمت خرده‌فروشی کالای دوم توسط خرده‌فروش دوم نیز برابر $p_{22} = 36.4364$ خواهد بود. همچنین سود خرده‌فروش اول

۷- مراجع

- [1] Thomas, D. J., Griffin, P. M. (1996). Coordinated supply chain management, *European Journal of Operational Research*, 94(1): 1-15.
- [2] Yue, J., Austin, J., Wang, M. C., Huang, Z (2006). Coordination of cooperative advertising in a two-level supply chain when manufacturer offers discount, *European Journal of Operational Research*, 168(1): 65-85.
- [3] Moorthy, K.S. (1985). Using Game Theory to Model Competition, *Journal of Marketing Research*, 22(3): 262-282.
- [4] Giannoccaro, I., Pontrandolfo, P. (2004). Supply chain coordination by revenue sharing contracts, *International Journal of Production Economics*, 89(2): 131-139.
- [5] El Ouardighi, F. (2014). Supply quality management with optimal wholesale price and revenue sharing contracts: A two-stage game approach, *International Journal of Production Economics*, 156(260-268).
- [6] 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, *European Journal of Operational Research*, 207(2): 668-675.
- [7] Hennes, J.C., Arda, Y. (2008). Supply chain coordination: A game-theory approach, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21(3): 399-405.
- [8] Naimi Sadigh, A., Mozafari, M., Karimi, B. (2012). Manufacturer-retailer supply chain coordination: A bi-level programming approach, *Advances in Engineering Software*, 45(1): 144-152.
- [9] Karray, S., Amin, S. H. (2014). Cooperative advertising in a supply chain with retail competition, *International Journal of Production Research*, 53(1): 88-105.
- [10] Zhang, C.T., Wang, H.X., Ren, M. L. (2014). Research on pricing and coordination strategy of green supply chain under hybrid production mode, *Computers & Industrial Engineering*, 72:24-31.
- [11] Hafezalkotob, A. (2015). Competition of two green and regular supply chains under environmental protection and revenue seeking policies of government, *Computers & Industrial Engineering*, 82:103-114.
- [12] Abad, P.L. (1994). Supplier pricing and lot sizing when demand is price sensitive, *European Journal of Operational Research*, 78(3): 334-354.
- [13] Ekici, A., Altan, B., Özener, O. Ö. (2015). Pricing decisions in a strategic single retailer/dual suppliers setting under order size constraints, *International Journal of*

همچنین عرضه انحصاری یک کالا توسط یک خرده‌فروش باعث افزایش قیمت عمده‌فروشی آن خواهد شد و در صورتی که یک کالا توسط دو خرده‌فروش عرضه شود قیمت عمده‌فروشی آن کاهش خواهد یافت. نکته قابل توجه دیگر در مثال‌های مورد بررسی آن است که در صورت عرضه انحصاری یک کالا توسط یک خرده‌فروش مقدار تقاضا برای آن محصول افزایش خواهد یافت. نکته قابل ذکر دیگر آن است که در صورتی که یک خرده‌فروش کالاهای تولیدی هر دو تولیدکننده را عرضه کند و در مقابل خرده‌فروش دیگر به صورت انحصاری کالای تولیدی یک تولیدکننده را عرضه کند؛ خرده‌فروش اول بیشینه سود و خرده‌فروش دوم کمینه سود را در بین تمامی حالت‌ها خواهند داشت. همچنین عرضه انحصاری کالاها توسط هر دو خرده‌فروش در مقابل عرضه هر دو کالا توسط دو خرده‌فروش باعث کاهش سود هر دو خرده‌فروش خواهد شد. همچنین لازم به ذکر است که عرضه انحصاری کالاهای تولید شده توسط یک تولیدکننده علیرغم ارائه تخفیف، باعث افزایش سودآوری او خواهد شد.

۶- نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت روزافزون در استفاده از سیستم‌های تولید بر اساس سفارش در پاسخ‌گویی به نیازهای متنوع مشتریان، در این مقاله یک مدل مبتنی بر نظریه بازی با در نظر گرفتن ارزش برند، تحت یک زنجیره تأمین دو سطحی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اهمیت زمان تدارک و قیمت عرضه کالا در سیستم‌های تولیدی مبتنی بر سفارش مشتری، در این نوشتار فرض شده است که در مورد تعیین اندازه زمان تدارک پیش از تعیین قیمت خرده‌فروشی آن تصمیم‌گیری خواهد شد. نکته قابل توجه در مدل تعریف شده آن است که تولیدکننده‌ها بر سر جذب خرده‌فروش انحصاری با اعمال تخفیف با یکدیگر رقابت می‌کنند. مدل مربوط که متشکل از دو تولیدکننده و دو خرده‌فروش است در حالت‌های مختلف عدم وجود خرده‌فروش انحصاری، وجود یک خرده‌فروش انحصاری و انحصاری بودن هر دو خرده‌فروش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده حاکی از تأثیر افزایش پارامترهای فاصله بین دو برند و قیمت کالای ایده‌آل بر افزایش تقاضا، افزایش قیمت خرده‌فروشی و افزایش قیمت عمده‌فروشی کالاها و در نهایت کاهش زمان تدارک کالاهاست. نکته قابل توجه دیگر آن است که قیمت خرده‌فروشی یک کالا با نسبت کالای دریافتی یک خرده‌فروش از سوی یک تولیدکننده نسبت عکس خواهد داشت. نکته مهم دیگری که باید بدان اشاره کرد آن است که عرضه انحصاری یک کالا از سوی خرده‌فروش علیرغم اعمال تخفیف از سوی تولیدکننده باعث افزایش قیمت عمده‌فروشی آن کالا خواهد شد.

- [23] Wong, H., Evers, D. (2010). An analytical framework for evaluating the value of enhanced customisation: an integrated operations-marketing perspective, *International Journal of Production Research*, 49(19): 5779-5800.
- [24] Xiao, T., Yang, D., Shen, H. (2010). Coordinating a supply chain with a quality assurance policy via a revenue-sharing contract, *International Journal of Production Research*, 49(1): 99-120.
- [25] Xiao, T., Choi, T. M., Cheng, T. C. E. (2014). Product variety and channel structure strategy for a retailer-Stackelberg supply chain, *European Journal of Operational Research*, 233(1): 114-124.
- [26] Zhang, T., Gou, Q., Liang, L., (2015). Suppliers' competition and manufacturer's product mix: the role of ingredient brand, *4OR*, 1-15.
- [27] Xiao, T., Shi, J., Chen, G. (2014). Price and leadtime competition, and coordination for make-to-order supply chains, *Computers & Industrial Engineering*, 68:23-34.
- [28] Xu, Y., Gurnani, H., Desiraju, R. (2010). Strategic Supply Chain Structure Design for a Proprietary Component Manufacturer, *Production and Operations Management*, 19(4): 371-389.
- [29] Sinha, S., Sarmah, S. P. (2010). Coordination and price competition in a duopoly common retailer supply chain, *Computers & Industrial Engineering*, 59(2): 280-295.
- [30] Hotelling, H. (1929). Stability in Competition, *The Economic Journal*, 39(153): 41-57.
- [31] Li, J., Wang, S., Cheng, T. C. E. (2010). Competition and cooperation in a single-retailer two-supplier supply chain with supply disruption, *International Journal of Production Economics*, 124(1): 137-150.
- [32] Saha, S., Goyal, S. K. (2015). Supply chain coordination contracts with inventory level and retail price dependent demand, *International Journal of Production Economics*, 161:140-152.
- Production Research, 1-12.
- [14] Taleizadeh, A., Noori-daryan, M. (2015). Pricing, inventory and production policies in a supply chain of pharmacological products with rework process: a game theoretic approach, *Operational Research*, 1-27.
- [15] Mahdiraji, H.A., Kazimieras, E., Razavi, S. H. (2015). Game Theoretic Approach For Coordinating Unlimited Multi Echelon Supply Chains, *Transformations In Business & Economics*, 14(2): 35.
- [16] Taleizadeh, A.A., Noori-daryan, M. (2016). Pricing, manufacturing and inventory policies for raw material in a three-level supply chain, *International Journal of Systems Science*, 47(4): 919-931.
- [17] Taleizadeh, A.A., Noori-daryan, M., R. Tavakkoli-Moghaddam, R. (2015). Pricing and ordering decisions in a supply chain with imperfect quality items and inspection under buyback of defective items, *International Journal of Production Research*, 53(15): 4553-4582.
- [18] Li, J., Liu, L. (2006). Supply chain coordination with quantity discount policy, *International Journal of Production Economics*, 101(1): 89-98.
- [19] Xiao, T., Qi, X. (2008). Price competition, cost and demand disruptions and coordination of a supply chain with one manufacturer and two competing retailers, *Omega*, 36(5): 741-753.
- [20] Cai, G., Zhang, Z. G., Zhang. M. (2009). Game theoretical perspectives on dual-channel supply chain competition with price discounts and pricing schemes, *International Journal of Production Economics*, 117(1): 80-96.
- [21] Tiaojun, X., Tsan-Ming, C., Cheng, T.C.E. (2015). Optimal Variety and Pricing Decisions of a Supply Chain With Economies of Scope, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 62(3): 411-420.
- [22] Xia, N., Rajagopalan, S. (2009). Standard vs. Custom Products: Variety, Lead Time, and Price Competition, *Marketing Science*, 28(5): 887-900.



Pricing in a Two-Echelon Supply Chain with Manufacturers' Competing to Seizing the Market in the Make-to-Order Environment by Using Game Theory

M. Farrokhi, M. Rasti-Barzoki*

Department of Industrial and Systems Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 August 2015
Accepted 24 January 2016

Keywords:

Pricing
Make-to-Order environment
Two-echelon supply chain
Discount
Game theory

ABSTRACT

This paper develops a model based on game theory to analyze a two-echelon supply chain consists of two manufacturers and two retailers, that are operating in a make-to-order environment. The considerable point in the defined supply chain is that the manufacturers by taking into account the discount to the retailer that exclusively sells their products want to seize the market. In this model, manufacturers' brand value and customers loyalty to a brand has high importance. It should be noted that in the defined Stackelberg model retail prices would be determined after specifying the lead times. We show that the reduction in the proportion of goods received by a retailer from a manufacturer will increase its retail price, also the exclusive supplying of a good rising its wholesale price.

* Corresponding author. Morteza Rasti-Barzoki
Tel.: 031-33911480; E-mail addresses: rasti@cc.iut.ac.ir