



مدیریت زنجیره تأمین محصول تازه با برون‌سپاری تدارکات به شرکت لجستیک نوع سوم؛ ص ۱۲۷-۱۶۰

نویسندگان: Xiaoqiang Cai, Jian Chen, Yongbo Xiao, Xiaolin Xu, Gang Yu

مترجمان: یعقوب رضایی^۱، سینا خلیلی خمیران^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۱۴

چکیده

ترابری و رساندن محصولات فاسدشدنی به بازار هدف، همواره یکی از چالش‌های فراروی تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و شرکت‌های ترابری بوده است. در این مقاله زنجیره‌ی تأمینی در نظر گرفته شده است که در آن تولیدکننده، محصولی جدید را عرضه و از طریق شرکت لجستیک نوع سوم (PL3) به یک بازار دور ارسال می‌کند و توزیع‌کننده کالا را خریده و به مشتریان نهایی می‌فروشد. از آنجائی که محصول فاسدشدنی است، هم مقدار و هم کیفیت آن ممکن است در طول فرایند ترابری، کاهش یابد. هدف از انجام این تحقیق رسیدن به نقطه بهینه تصمیم‌گیری در رابطه با سه عنصر اصلی زنجیره تأمین موردنظر، یعنی «قیمت ترابری شرکت لجستیک نوع سوم»، «مقدار بارگیری محصول و قیمت عمده‌فروشی» و «مقدار خرید توزیع‌کننده و قیمت خرده‌فروشی» می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که حضور یک شرکت «لجستیک نوع سوم» تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد بهینه زنجیره تأمین دارد. همچنین در این مقاله یک طرح انگیزشی برای هماهنگی طرفین زنجیره تأمین که شامل دو قرارداد «ترخیص بازار عمده‌فروشی (WMC)» بین تولیدکننده و توزیع‌کننده و «تقسیم تخفیف قیمت عمده‌فروشی (WDS)» بین تولیدکننده و شرکت لجستیک نوع سوم می‌باشد، ارائه شده است که طرفین را وادار به عملکرد هماهنگ می‌کند.

واژگان کلیدی: محصول فاسدشدنی، مدیریت زنجیره تأمین، هماهنگی چند جانبه، قراردادهای همکاری، لجستیک نوع سوم.

۱ کارشناس ارشد توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی

۲ کارشناس ارشد مکانیک

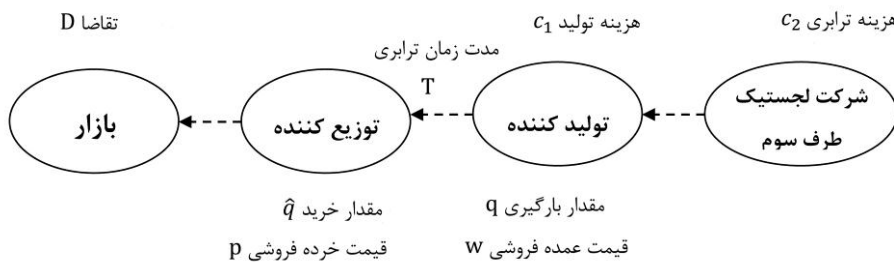
مقدمه

در این مقاله زنجیره‌ی تأمین‌ی در نظر گرفته شده است که در آن تولیدکننده، محصولی جدید را عرضه و از طریق شرکت لجستیک نوع سوم (3PL) به یک بازار دور ارسال می‌کند و توزیع‌کننده کالا را خریده و به مشتریان نهایی می‌فروشد. از آنجائی که محصول فاسدشدنی است، هم مقدار و هم کیفیت آن ممکن است در طول فرایند ترابری، کاهش یابد. علاوه بر آن، مشتریان نهایی هم به قیمت خرده‌فروشی و هم به سطح تازگی محصول حساس هستند، و بنابراین تقاضای بازار، تصادفی و وابستگی زیادی به این دو عامل دارد. با توجه به زمان ترابری متغیر، سطح تازگی محصول و تقاضای بازار، تصمیمات سه طرف درگیر در این زنجیره تأمین بسیار پیچیده است و در صورت عملکرد نامناسب ممکن است دچار ضرر شوند. هدف اصلی این مقاله بسط یک مدل برای، مشخص نمودن تصمیمات مطلوبی که هر جزء باید اتخاذ کند و بررسی یک طرح انگیزشی برای تحریک اعضای زنجیره به هماهنگی بیشتر به طوری که همگی از عملکرد ارتقا یافته سیستم سود ببرند.

ساختارهای متفاوتی در زنجیره تأمین محصول تازه وجود دارد که این موضوع بسته به اینکه اجزاء زنجیره مانند تولیدکنندگان، تحصیلداران، کارگزاران، عمده‌فروشان و خرده‌فروشان چگونه درگیر هستند، وابسته است. کادیلهون و همکاران پنج ساختار معمول را خلاصه کرده‌اند ((Cadilhon, 2007). مدلی که در این مقاله به بررسی پرداخته می‌شود مربوط به یکی از دو سیستم توزیعی مدرن است (ساختار کادیلهون و همکاران)، که یک کانال مستقیم توزیعی از تولیدکننده به خرده‌فروش را نشان می‌دهد. مثالی که مدل ما را تأیید می‌کند در رابطه با تجارت فلوراتریدینگ که در صنعت چیدن گل اکوادور (Cadilhon, 2007) و برای به دست آوردن فرصت‌های بازار در مناطق روستایی آمریکا ایجاد شده است، می‌باشد. توسعه، محصول یکپارچه‌سازی کامل یک زنجیره تأمین گل رز، که شامل بنگاه کارگزاری، فلوراتریدینگ، که در مکان تولید قرار گرفته (که در مدل ما به آن «تولیدکننده» گفته می‌شود)، شرکت پستی UPS برای لجستیک و ترابری (شرکت «لجستیک نوع سوم» در مدل ما)، و گل‌فروش روستایی (که ما «توزیع‌کننده» می‌نامیم) می‌باشد (Cadilhon, 2007). شکل شماره یک کانال توزیعی جدید

شامل فلورا تریدینگ، شرکت پستی *UPS*، و گل فروش روستایی، را در مقایسه با کانال‌های سنتی توزیع نشان می‌دهد.

ترابری راه دور در زنجیره‌های تأمین محصول تازه به‌موجب دوری جغرافیایی محل تولید و بازار هدف امری اجتناب‌ناپذیر است. از آنجاکه یکی از شرایط مهم در ترابری‌های طولانی و حفظ تازگی محصول می‌باشد به همین دلیل لجستیک ترابری به شرکت‌های لجستیک متخصص با ظرفیت و امکانات مناسب واگذار می‌شود. در این مقاله، به چگونگی تأثیر شرکت‌های لجستیک نوع سوم بر زنجیره تأمین پرداخته خواهد شد به‌خصوص تصمیمات مرتبطی که باید طرفین اتخاذ کنند. از طرف دیگر، قابلیت ترابری با امکانات خنک‌کننده لازم، شرکت لجستیک نوع سوم را قادر می‌سازد تا از مزیت نسبی در ترابری برخوردار شوند. از طرف دیگر، شرکت لجستیک نوع سوم در زمان مذاکره می‌بایستی واکنش‌های تولیدکننده بر سر قیمت ترابری و سایر جزئیات را مورد توجه قرار دهند. همان‌طور که همه مشخص است، مؤسسات ترابری سه نرخ برای حمل کالا دارند (*envista, 2010*). باین‌وجود، همان‌طور که سن فیلیپو تأکید می‌کند، هیچ شرکت تجاری نباید نرخ‌های ترابری را قبول کند، و معمولاً شرکت‌های لجستیک نوع سوم مانند *UPS*، *FedEx*، و *DHL* قراردادهای قیمت ترابری خاصی به مؤسسات ترابری پیشنهاد می‌دهند (*sanfilippos, 2008*).



شکل یک- زنجیره تأمین موردبررسی

اختلاف زمان ترابری کالا می‌تواند برای مسیرهای دور بسیار زیاد باشد. بر اساس وگا، «محموله‌ای از گل‌های تازه، از زمان چیده شدن از گلخانه‌ای که نزدیک کیتو قرار دارد تا زمانی که به خرده‌فروش آمریکایی می‌رسد ممکن است، از ۴۴ ساعت تا ۱۳ روز به طول بیانجامد

(Vega, 2008). تأخیر درازمدت می‌تواند باعث ضرر قابل توجهی در ارزش محصولات تازه می‌شود (گزارش شده است که بیشتر دسته‌گل‌ها اگر در محیط خنک باشند بین ۷ تا ۱۰ روز تازه باقی می‌مانند). با در نظر گرفتن عدم اطمینان در زمان ترابری، چگونه شرکت‌های لجستیک نوع سوم قیمت ترابری را تعیین می‌کنند؟ تعیین قیمت از طرف شرکت‌های لجستیک نوع سوم چگونه تصمیمات تولیدکننده و دیگر افراد را در زنجیره تأمین تحت تأثیر قرار می‌دهد؟ روگر و وگا، به این نکته اشاره می‌کنند که هزینه‌های ترابری جزء مهمی در قیمت‌های نهایی برای محصولات تازه می‌باشد ((Vega, 2008 – Roger, 2011)). بنابراین، چگونه تولیدکننده باید هزینه و زمان ترابری را حساب کند، تا مناسب‌ترین تصمیم را اتخاذ کند؟ این موضوعات تصمیمات توزیع‌کننده پایین دست را چگونه تحت تأثیر قرار می‌دهد؟ آیا سه طرف می‌توانند به سمت اتخاذ تصمیمات هماهنگ حرکت کنند، تا عملکرد کلی زنجیره تأمین بهینه‌شده و در نتیجه همه سود ببرند؟ پاسخ به این سؤالات و سایر سؤالات مرتبط برای درک زنجیره تأمین و راهبردهای مرتبط و تصمیماتی که اعضا باید اتخاذ کنند، بسیار حائز اهمیت است و در این مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرند.

این مقاله بدین صورت سازمان یافته است که در بخش دوم، بررسی اجمالی پیرامون پیشینه تحقیق صورت می‌گیرد. فرمول نویسی مسئله، فرضیه‌ها، و یادداشت‌ها در بخش سوم ارائه شده‌اند. در بخش چهارم، ما تصمیمات مطلوب سه طرف در سیستم غیرمتمرکز را بررسی می‌کنیم. تصمیمات مطلوب در یک سیستم کاملاً متمرکز و سیستم‌های نیمه‌متمرکز در بخش پنجم مورد بررسی قرار می‌گیرند. در بخش ششم یک طرح انگیزشی برای هماهنگ نمودن سیستم غیرمتمرکز ایجاد شده است و در بخش هفتم خلاصه‌ای است از کارهای انجام‌شده و پیشنهادهایی برای بحث‌های آتی بیان خواهد شد.

پیشینه تحقیق

یکی از قسمت‌های مربوط به پیشینه تحقیق در ارتباط با برون‌سپاری تدارکات می‌باشد. این یک راهبرد تجاری است که به صورت گسترده در دو دهه گذشته به کار گرفته شده است. برای مثال، بسط چارچوب نظری، شامل نظریه هزینه معامله و نظریه شبکه، نقش و انگیزه برون‌سپاری

تدارکات لجستیک نوع سوم را توضیح می‌دهد (Skjoett, 2000). تایلان و همکاران سطح خاصی از سیاست‌های ترکیبی ترابری یک شرکت لجستیک نوع سوم که به دنبال بیشینه‌سازی بهره‌مندی از ترابری پرهزینه مانند هواپیما هستند، را مورد بررسی قرار داده‌اند (Tyan, 2003). ویدیاناتان ملاحظات اصلی در رابطه با شرکت لجستیک نوع سوم را بررسی و یک چارچوب ارزیابی برای آن در نظر می‌گیرد (Vaidyanathan, 2005). فونگ سه مدل جدید برای طراحی شبکه لجستیک با تمرکز خاص بر چشم‌انداز شرکت لجستیک نوع سوم ارائه می‌کند (Fong, 2005). مطالب بیشتر در مورد برون‌سپاری فعالیت‌های تدارکاتی را می‌توان در مقالات لیب، مک کینون، راتزاک و شنگ و شفای یافت (Razzaque, 1998- shefi, 2005- Mckiannon, 1999- Lieb, 1992). همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیشتر پیشنهادها تحقیق موضوعاتی در جنبه‌های خاص برون‌سپاری را در نظر می‌گیرد، درحالی‌که تعاملات بین تصمیمات شرکت لجستیک نوع سوم و مشتریان را مورد بررسی قرار نداده‌اند (Bask, 2001). سانگ و همکاران یکی از محدود افرادی هستند که در رابطه با مسائل تصمیم‌گیری شرکت لجستیک نوع سوم در زنجیره تأمین با آن مواجه هستند را مورد بررسی قرار داده‌اند (Sang, 2008). آن‌ها بر موضوع برنامه‌ریزی برای یک شرکت لجستیک نوع سوم، که باید محموله‌های بین تأمین‌کنندگان و مشتریان را در یک شبکه توزیع کنند، متمرکز شده‌اند. مدل ارائه‌شده در مقاله حاضر بر قیمت‌گذاری شرکت لجستیک نوع سوم و تأثیر آن بر تصمیمات سایر شرکت‌های زنجیره تأمین با یک محصول تازه حساس به زمان، تمرکز شده است.

تحقیق در مورد مدیریت زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی شاخه دیگری از پیشنهادها تحقیق مربوط به این مقاله است. ویتین در رابطه با انبار کردن برخی کالاهای فاسدشدنی که در پایان دوره خاصی فاسد می‌شوند، مطالعه کرده است (Whitin, 1957). پس از آن بود که توجه خاصی به این موضوع شد. ناهمیاس یک بررسی جامع از پیشنهادها تحقیق منتشرشده قبل از دهه ۸۰ انجام داده است، که در آن محصولات فسادپذیر، به دسته‌بندی‌های با طول عمر ثابت و تصادفی تقسیم‌شده بودند (Nahmias, 1982). تحقیقات بیشتر در زمینه مدل‌های انبار کردن کالاهای فاسدشدنی را می‌توان در مطالعات رافت، گویال و گیری، فرگوسن و کوانگسبرگ، کتزبرگ و فرگوسن و بلکبرن و اسکادر یافت (Blackburn, 2009- Ketzenberg, 2008)

همزمان و برنامه‌ریزی لجستیکی در صنایع غذایی را مورد بررسی قرار داده‌اند (Kopanos, 2012). آن‌ها یک مدل برنامه‌ریزی مرکب ادغام‌شده را بسط داده‌اند، که شامل عوامل و محدودیت‌های عملی مختلفی است. اما در مدل آن‌ها، فسادپذیری بعد از تولید محصولات غذایی به‌طور خاص در نظر گرفته نشده است. وانگ و لی سیاست‌های قیمت‌گذاری مختلفی را بر پایه تعیین پویای کیفیت مواد غذایی مورد بررسی قرار داده‌اند تا ضایعات مرتبط به فاسدشدن مواد غذایی را کاهش داده و سود خرده‌فروشی غذا را افزایش دهند (Wang, 2012).

به‌طور کلی برای محصولات فاسدشدنی، دو نوع خسارت قابل تصور است، خسارت مقدار و خسارت کیفیت. بیشتر مطالب پیشینه تحقیق در رابطه با فقط یکی از این دو خسارت می‌باشد. اما تحقیقات راجان و همکاران یک استثنا می‌باشد چراکه آن‌ها هم کاهش ارزش و هم کاهش مقدار را مورد بررسی قرار داده‌اند (Rajan, 1992). باین‌وجود، آن‌ها بر یک مدل با تقاضای قطعی می‌باشد، که در آن هدف تصمیم‌گیرنده، بهینه‌سازی قیمت فروش، تنظیم چرخه انبارداری و به حداکثر رساندن میانگین سود در هر واحد زمان می‌باشد. مدل ما موضوع محصول تازه را برای هر دو نوع خسارت در طول ترابری در نظر می‌گیرد: کاهش مقدار محصول زمانی که به بازار می‌رسد بر عرضه مؤثر تأثیر می‌گذارد و کاهش کیفیت، تقاضای بازار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هر دو اثر در مدل ما با استفاده از عملکردهای واقعی ترابری در بستر زمان در نظر گرفته شده‌اند. این واقعیت که تقاضای بازار به سطح تازگی محصول و تازگی به زمان ترابری بستگی دارد، تصمیم‌گیری تولیدکننده را با یک چالش دومرحله‌ای مواجه می‌کند، چراکه تصمیم برای قیمت‌گذاری عمده‌فروشی به سطح تازگی پس از ترابری بستگی دارد (Anupmidi, 1992 – Bernstein, 2005).

همانگی سه طرف درگیر در زنجیره تأمین محصول تازه (تولیدکننده، شرکت لجستیک نوع سوم و توزیع‌کننده) موضوع اصلی این مقاله است. همانگی تولیدکننده و توزیع‌کننده (یا خرده‌فروش)، موضوع تحقیق بسیاری از مطالعات در زمینه مدیریت زنجیره تأمین، در چند دهه اخیر بوده است (Chen, 2003). این همانگی‌ها معمولاً از طریق قراردادهای بین تولیدکننده بالادست و توزیع‌کننده پایین دست صورت می‌گیرد، تا سود کلی زنجیره تأمین را افزایش دهد و

ریسک را بین طرفین زنجیره تأمین تقسیم کند (Tsay, 1999). مدل‌های مختلفی برای قراردادهای زنجیره تأمین، ایجاد شده است (Weng, 2001- Weng, 1995- parler, 1994). تخفیفات قیمت معمولاً به‌عنوان محرک و انگیزه‌ای برای سهولت بیشتر در هماهنگی پیشنهاد می‌شود. دیگر ابزارهای محرک برای هماهنگی بیشتر شامل این موارد می‌شوند (: (Anupindi, 1992) تعهد مقدار، قراردادهای انعطاف در مقدار (Tsay, 1999)، تفاهم‌نامه پشتیبانی (Eppen, 1997)، سیاست بازگشت از خرید و استرداد (Pasternack, 1985)، تقسیم درآمد (Cachon, 2001)، تخفیفات فروش و کاهش قیمت فروش (Krishan, 2001) می‌باشد. برخی تحقیقات اخیر به موضوع قراردادهای زنجیره تأمین و با در نظر گرفتن ادغام تولید و سایر بخش‌های عملکردی پرداخته‌اند. برای مثال، کالدنتی و هاگ یک قرارداد تأمین با مصون‌سازی اقتصادی را بررسی می‌کند (Caldentey, 2009). چیک و همکاران نوعی از قرارداد تقسیم هزینه برای هماهنگی زنجیره تأمین واکسن آنفلوانزا را طراحی کرد (chick, 2008). کوی و همکاران یک زنجیره تأمین دو رده‌ای با یک تولیدکننده که یک محصول لوکس و یک خرده‌فروش را بررسی می‌کند (با فرض اینکه هر عضو با یک خطر کاهش سود مواجه است) (Chai, 2008).

تحقیقات در زمینه هماهنگی زنجیره تأمین میان چند عضو نسبتاً کمیاب است. تا جایی که می‌دانیم، تنها چند مقاله سازوکارهای هماهنگی بین بیش از دو عضو زنجیره را بررسی کرده‌اند. لنگ و پارلار درباره یک زنجیره تأمین سطح سه با اشتراک اطلاعات تقاضا میان تولیدکننده، توزیع‌کننده و خرده‌فروش تحقیق کرده‌اند (leng, 2005). شانگ و همکاران یک تحقیق دوره‌ای را مورد بررسی قرار داده‌اند، زنجیره تأمین سریالی N -مرحله‌ای که در آن مواد بر طبق سیاست‌های (R, nQ) سفارش داده و ارسال می‌شوند (Shang, 2009). آن‌ها یک طرح هماهنگ که مراحل را برای دستیابی هزینه مطلوب زنجیره تأمین تحت سه سناریوی اطلاعات را پیشنهاد دادند (رده‌ای، محلی، و نیمه محلی). دینگ و چن موضوع هماهنگی یک زنجیره تأمین سطح سه که محصولات با چرخه زندگی کوتاه و در یک مدل یک دوره‌ای را مورد بررسی قرار داده‌اند (Ping, 2008). آن‌ها یک سیاست استرداد منعطف با گذاشتن قوانین قیمت‌گذاری ایجاد کردند تا سه شرکت را وادار به رفتار هماهنگ کنند. با گنجاندن شرکت لجستیک نوع سوم

به‌عنوان طرف اصلی، ساختار زنجیره تأمین نسبتاً با مواردی که در بالا ذکر شد متفاوت است. طرح هماهنگی پیشنهادی ما دو قرارداد دارد: قراردادی بین شرکت لجستیک نوع سوم و تولیدکننده، و قراردادی بین تولیدکننده و توزیع‌کننده. این با طرح ایجادشده در پیشینه تحقیق موجود بسیار متفاوت است.

کای و همکاران به‌تازگی مطالعه‌ای را درباره زنجیره تأمین محصول تازه انجام داده‌اند که در آن توزیع‌کننده لایه‌های پایینی مسئول ترابری محصول در مسیرهای طولانی است (Cai, 2010) و این با مدل تجاری‌ای که در مقاله حاضر مورد بررسی قرار می‌دهیم متفاوت است زیرا که در این مقاله تولیدکننده بالادست باید ترابری محصول را به عهده بگیرد (از طریق برون‌سپاری به یک شرکت لجستیک نوع سوم). تفاوت بین این دو مدل تجاری باعث می‌شود که تولیدکننده و توزیع‌کننده در تصمیم‌گیری‌هایی که با آن روبرو هستند متفاوت عمل کنند. به‌طور مثال در مدل کای و همکاران، مقدار محصولی که باید ارسال شود توسط توزیع‌کننده تعیین می‌شود (Cay, 2010)، درحالی‌که در مدلی که در این تحقیق بررسی شده، توسط تولیدکننده تعیین می‌شود و یا در مدل کای و همکاران قیمت عمده‌فروشی قبل از ارسال تعیین می‌شود، درحالی‌که در این مقاله پس از رسیدن محصول به بازار مقصد بر اساس سطح واقعی تازگی محصول تعیین می‌شود. همان‌طور که می‌بینید، در این مقاله دو منبع «نهایی سازی دوجانبه» در سطح سوم زنجیره تأمین بررسی شده است و این باعث می‌شود تا توسعه‌ی یک سازوکار هماهنگ بیشتر از پیش پیچیده شود.

مبانی نظری تحقیق

در مدل ارائه‌شده مسائل زیر دارای اهمیت فراوانی هستند. یک تولیدکننده دسته‌ای از محصولات تازه را از طریق شرکت لجستیک نوع سوم، به یک بازار دور می‌فرستد، جایی که یک توزیع‌کننده پایین‌دست (یا یک خرده‌فروش) محصول را خریده و به فروشنده نهایی می‌فروشد. با برون‌سپاری ارسال محصول به یک شرکت لجستیک نوع سوم، تولیدکننده مسئول هزینه ارسال بوده و ریسک خراب/فاسدشدن محصول در طول ارسال را قبول می‌کند. پس‌ازاینکه محصول به بازار می‌رسد، تولیدکننده در مورد قیمت عمده‌فروشی که به توزیع‌کننده داده می‌شود، (یعنی،

تصمیم‌گیری در مورد اینکه تخفیف داده شود، بر اساس سطح تازگی و مقدار باقیمانده محصول تصمیم می‌گیرد.

فرض کنیم که واحد هزینه تولیدکننده، c_1 ، است. محصول در هنگام بارگیری بر روی وسیله نقلیه (به‌طور مثال کشتی باری) کاملاً تازه است. در طول دوره‌ای که محصول، تازه باقی می‌ماند و ما به آن دوره تازگی محصول، τ ، می‌گوییم، که تازگی محصول به ماهیت محصول و روشی است که با آن به‌عمل آمده و نگهداری می‌شود، بستگی دارد (Kasmire, 1999). بعد از دوره تازگی محصول، محصول با سرعت قابل توجهی فاسد می‌شود. فساد ممکن است منجر به «پوسیدگی» و «خرابی» شود، که ممکن است در طول دوره ترابری اتفاق بیفتد. پوسیدگی کیفیت (تازگی) محصول را کاهش داده و خرابی تعداد محصولات را از نظر کمی، کاهش می‌دهد. مخصوصاً که در مدل ما دو نوع از فساد و با دو شاخص وابسته به زمان وجود دارد، که $t=0$ زمانی است که محصول بارگیری می‌شود:

- تابع $\theta(t)$ در زمان t و در بازه $(0, 1)$ تعریف شده است، به‌طوری‌که شاخص تازگی محصول عبارت است از: $\theta(t)=1$ اگر $t \leq \tau$ در غیر این صورت: $0 \leq \theta(t) < 1$.
 - تابع $m(t)$ در زمان t و در بازه $[0, 1]$ تعریف شده است، به‌عنوان شاخص مقدار باقیمانده محصول در زمان t . فرض کنیم که q واحد محصول بارگیری شده است، پس از یک دوره از زمان t مقدار باقیمانده $qm(t)$ می‌شود، جایی که $0 < m(t) \leq 1$.
- دقت کنید که توابع نمایی بکار رفته در پیشینه تحقیق، برای مدل‌سازی کاهش مقدار و کیفیت محصولات فاسدشدنی بکار رفته است: رفعت (Raffat, 1991)، راجان و همکاران (Rajan, 1992)، و بلکبرن و اسکادر (Blackburn, 2009) را ببینید. توابع $\theta(t)$ و $m(t)$ می‌توانند هر نوع تابعی باشند که بستگی به ماهیت محصول دارد.
- تقاضای بازار برای محصول به سطح تازگی محصولات θ و قیمت خرده‌فروشی توزیع‌کننده p بستگی دارد، که شکل تابعی آن به‌صورت زیر است:

$$D(p, \theta) = y_0(\theta) p^{-k_0(\theta)} \cdot \varepsilon,$$

که $y_0(\cdot)$ عاملی است که اندازه پتانسیل بازار را می‌سنجد، $k_0(\cdot)$ کشش قیمتی و ε متغیر تصادفی است که بر نوسانات درخواست بازار تأثیر می‌گذارد. توجه داشته باشید که هم $y_0(\cdot)$

هم $k_0(\cdot)$ به سطح تازگی محصول (θ) بستگی دارند. $f(x)$ و $F(x)$ به ترتیب نشان‌دهنده PDF و CDF مربوط به ε است. بدون از دست دادن کلیت، فرض می‌کنیم $E[\varepsilon]=1$ است؛ که می‌توان آن را با تعدیل تابع اندازه‌گیری $y_0(\theta)$ به دست آورد.

فرضیه یک. فرض می‌کنیم که تابع تقاضا، در شرایط زیر ایجاد شود:

$$(1) \quad y_0(\theta) \text{ در } \theta \text{ صعودی است.}$$

$$(2) \quad k_0(\theta) \text{ در } \theta \text{ نزولی است، با } k_0(\theta) > 1 \text{ برای هر مقدار از } \theta$$

(3) ε یک نرخ شکست تعمیمی صعودی (IGFR) دارد، و

$$\lim_{x \rightarrow \infty} x[1 - F(x)] = 0$$

به‌طور کلی، شرایط فرضیه یک این واقعیت را نشان می‌دهد که اندازه تقاضای بازار با سطح تازگی محصول به‌طور مثبت ارتباط دارد. $y_0(\theta)$ نشان‌دهنده میزان پتانسیل بازار است، منطقی است که فرض کنیم که در سطح تازگی، θ صعودی است. تحقیقات تجربی نشان می‌دهد که مصرف‌کنندگان تمایل بیشتری به خرید محصول تازه‌ای دارند که تاریخ انقضای طولانی‌تری دارد [Tsiros]. فرض می‌کنیم که کشش قیمتی $k_0(\theta)$ در سطح تازگی θ نزولی است، هرچه ارزش θ بزرگ‌تر باشد، حساسیت تقاضا به تغییرات قیمت کمتر می‌شود. اگر کشش قیمتی یک محصول بزرگ‌تر از یک باشد، به آن محصول را کالای کشش‌پذیر و در غیر این صورت بی کشش نامیده می‌شود. تحقیقات تجربی نشان داده‌اند که بسیاری از محصولات تازه در قیمت کشش‌پذیر هستند؛ برای مثال، نخودفرنگی و گوجه‌فرنگی تازه به ترتیب دارای کشش قیمتی $2/8$ و $4/6$ می‌باشد (Anderson, 2007). در مقاله حاضر بر محصولات با کشش تمرکز شده است و بنابراین فرض $k_0(\theta) > 1$ برای هر مقدار θ صادق است. همان‌طور که راجان و همکاران می‌گویند (Rajan, 1992)، وقتی تازگی محصول کمتر باشد، برای باقی ماندن در همان سطح تقاضا باید در قیمت تخفیف داده شود. توجه داشته باشید که اگر $y_0(\theta)$ و $k_0(\theta)$ هر دو ثابت باشند (محصول فسادپذیر نیست)، تابع تقاضا تا جایی که پرتوتزی و دادا (Petruzzzi, 1999)، وانگ (Wang, 2006)، و وانگ (Wang, 2004) و همکاران در نظر گرفته‌اند، کاهش می‌یابد. دقت کنید که هم فرضیه IGFR و $\lim_{x \rightarrow \infty} xF(x) = 0$ هم محدودیت‌های ε هستند. IGFR

حالتی ضعیف‌تر از نرخ شکست صعودی است می‌باشد (Barlow, 1965). شرط $\lim_{x \rightarrow \infty} xF(x) = 0$ نیز با توابع توزیع ذکر شده مطابقت دارد.

T نشان‌دهنده زمان ترابری می‌باشد که فرض می‌شود یک متغیر تصادفی پیوسته که در بازه $[a, b]$ می‌باشد. با توابع CDF و PDF که به ترتیب $G(t)$ و $g(t)$ هستند، توزیع می‌شود. زمانی که $b=a$ ، مدل ما به یک مورد با زمان انتقال قطعی (ثابت) خاص تقلیل می‌یابد. فرض کنیم که واحد هزینه انتقال شرکت لجستیک نوع سوم، c_2 باشد. وضعیتی را در نظر می‌گیریم که در آن بین شرکت لجستیک نوع سوم و تولیدکننده بر اساس است. بدین معنی که هزینه انتقال یک متغیر تصمیم‌گیری است که باید برای هر محموله تعیین شود، بجای اینکه به‌صورت بیرونی توسط بازار تعیین شوند. فرض کنیم که شرکت لجستیک نوع سوم قیمت پایه یک انتقال را s تعیین کند و در صورت هرگونه تأخیر در انتقال، هزینه گرامت پیشنهاد کند. فرض می‌کنیم که نرخ گرامت در زمان واقعی انتقال t ، صعودی است. در نتیجه، هزینه انتقال حقیقی که توسط شرکت لجستیک نوع سوم پرداخت شده، $sy(t)$ است، که $y(t)$ یک تابع نزولی زمان انتقال t است. برای مثال، اگر یک ارائه‌دهنده خدمات لجستیک، پرداخت ۳٪ محموله را به‌عنوان جریمه پیش‌فرض برای هر یک روز تأخیر در تحویل پیشنهاد دهد، پس $y(t) = 0.997^{(t-t_0)}$ که t_0 زمان تعهد شده انتقال می‌باشد (Stecke, 2007). مثال دیگر جدول‌های قیمت‌گذاری ارائه‌دهندگان خدمات تدارکات مشهور مانند FedEx یا UPS می‌باشد. آن‌ها از نرخ‌های مختلفی برای زمان‌های ترابری متعهد شده استفاده می‌کنند، که می‌توان آن را به مدل قیمت‌گذاری که ما در اینجا بررسی می‌کنیم، تبدیل کرد. در مدل ما، $y(t)$ هر شکلی می‌تواند بگیرد: می‌تواند پیوسته یا جزءبه‌جزء پیوسته باشد. برای ساده‌سازی، ارزش مورد انتظار $y(t)$ را با توجه به زمان انتقال $y_0 > 0$ در نظر می‌گیریم که $y_0 = E\{y(T)\}$ می‌باشد.

فرض می‌کنیم که ارزش اسقاط هر محصول که فروخته نشده صفر باشد (زیرا بسیار فسادپذیر است)، و ما هیچ هزینه کمبودی را در نظر نگیریم. شکل یک تصویری ساده از مدل را نشان می‌دهد.

در این فرایند توالی اتفاقات به صورت زیر خلاصه می‌شوند: (۱) شرکت لجستیک نوع سوم هزینه انتقال پایه s را تعیین کرده، و یک زمان انتقال تعیین شده t_0 و تابع گرامت $y(t)$ برای

$t > t_0$ را پیشنهاد می‌دهد. (۲) تولیدکننده مقدار محموله q را تعیین کرده، و محصول وارد کشتی می‌شود. (۳) محصول بعد از زمان t به بازار عمده‌فروشی می‌رسد، و معامله بین شرکت لجستیک نوع سوم و تولیدکننده برقرار می‌شود. (۴) تولیدکننده قیمت عمده‌فروشی w را تعیین می‌کند. (۵) توزیع‌کننده مقدار خرید و قیمت خرده‌فروشی p را تعیین می‌کند؛ معامله بین تولیدکننده و توزیع‌کننده برقرار می‌شود. (۶) تقاضای مشتری نهایی توسط توزیع‌کننده شناسایی و پاسخ داده می‌شود.

قبل از پردازش و مطالعه در رابطه با تصمیم‌گیری بهینه، ما مسائل تصمیم‌گیری را برای سه طرف طرح‌ریزی می‌کنیم:

- شرکت لجستیک نوع سوم قیمت پایه هزینه انتقال s را با احتساب دادن غرامت به تولیدکننده، تعیین می‌کند. تابع سود مورد انتظار (\cdot) عبارت است از:

$$\pi_\ell(s) = \mathbb{E}_T\{[s\gamma(T) - c_2]q\} = (s\gamma_0 - c_2)q, \quad (1)$$

که q مقدار محموله تولیدکننده است که تحت تأثیر s می‌باشند.

- تولیدکننده مقدار محموله q را قبل از اینکه محموله جابه‌جا شود؛ و قیمت کلی فروشی w را پس از رسیدن محموله به بازار عمده‌فروشی تعیین می‌کند. سود مورد انتظار $\pi_m(\cdot)$ عبارت است از:

$$\pi_m(q, w) = \mathbb{E}_T\{w \min(\hat{q}, qm(T)) - [c_1 + s\gamma(T)]q\}, \quad (2)$$

که q مقداری است که توزیع‌کننده از تولیدکننده خریداری می‌کند.

- در زمان مشخص شده انتقال t (و در نتیجه سطح تازگی t و قیمت عمده‌فروشی که تولیدکننده پیشنهاد داده w ، توزیع‌کننده مقدار خرید \hat{q} و قیمت خرده‌فروشی p را برای به حداکثر رساندن سود مورد انتظار خویش $\pi_d(\cdot)$ تعیین می‌کند

$$\pi_d(p, \hat{q} | t) = p \cdot \mathbb{E}_\varepsilon\{\min(D(p, \theta(t)), \hat{q})\} - w\hat{q}. \quad (3)$$

تجزیه و تحلیل اطلاعات

۴-۱- تصمیمات بهینه در سیستم غیرمتمرکز

در این بخش تصمیمات بهینه برای شرکت لجستیک نوع سوم، تولیدکننده و توزیع‌کننده در زنجیره تأمین غیرمتمرکز را مورد بررسی قرار می‌گیرد. ابتدا، تصمیمات بهینه توزیع‌کننده، با یک قیمت عمده‌فروشی قراردادی w و سطح تازگی محصول $\theta(t)$ را به دست می‌آوریم. سپس قیمت عمده‌فروشی بهینه تولیدکننده، با زمان انتقال t و مقدار محموله q را محاسبه می‌کنیم. در ادامه با s واحد هزینه انتقال شرکت لجستیک نوع سوم، مقدار محموله بهینه q تعیین می‌شود؛ و در پایان، تصمیم قیمت‌گذاری بهینه شرکت لجستیک نوع سوم را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۴-۱-۱- تصمیمات بهینه توزیع‌کننده

توزیع‌کننده با مشکل تصمیم‌گیری در مورد مقدار قیمت‌گذاری مشترک برای هر سطح تازگی محصول $\theta(t)$ و قیمت عمده‌فروشی w مواجه می‌باشد. برای ساده‌سازی مطلب:

$$k(t) := k_0(\theta(t)), y(t) := y_0(\theta(t)),$$

و «عامل انبار کردن» زیر را تعریف می‌کنیم.

$$z := \hat{q} / [y(t)p^{-k(t)}]. \quad (4)$$

سپس، مسئله بهینه‌سازی (p, \hat{q}) به بهینه‌سازی (z, \hat{q}) تبدیل می‌شود. با جای گذاری (۴) به (۳)، تابع هدف توزیع‌کننده را می‌توان این‌گونه نوشت:

$$\pi_d(z, \hat{q} | t) = (zy(t))^{1/k(t)} \hat{q}^{1-1/k(t)} \left[1 - \int_0^z (1-x/z)f(x) dx \right] - w\hat{q}. \quad (5)$$

فرضیه یک. برای هر زمان واقعی انتقال t و قیمت عمده‌فروشی w :

(i) عامل انبار کردن بهینه $z^*(t)$ راه‌حل منحصره‌فردی است برای حل برای معادله زیر:

$$\int_0^z (k(t)-1)xf(x) dx = z[1-F(z)]. \quad (6)$$

(ii) مقدار خرید بهینه توزیع‌کننده نیز این‌چنین به دست می‌آید

$$\hat{q}^*(t, w) = z^*(t)y(t)[(1-F(z^*(t)))/w]^{k(t)}. \quad (7)$$

در (۶) می‌توانیم ببینیم که عامل انبار کردن بهینه توسط کشش قیمتی $k(t)$ و عامل تصادفی توزیعی ε تعیین می‌شود، و از سایر پارامترها مستقل است. مشتق گرفتن نسبت به زمان انتقال t در هر دو طرف (۶) و با چند تغییر جبری خواهیم داشت:

$$\frac{dz^*(t)}{dt} = \frac{k'_0(\theta)\theta'(t) \left[\int_0^{z^*(t)} uf(u) du \right]^2}{\bar{F}(z^*(t)) \int_0^{z^*(t)} [h(u)-h(z^*(t))] \bar{F}(u) du}$$

از آنجایی که $h(u) \leq h(z^*(t))$ برای هر $u \leq z^*(t)$ و $\theta'(t) \leq 0$ است (فرضیه ۱)، یکنواختی $z^*(t)$ با توجه به زمان انتقال t مانند $k_0(\theta)$ است با توجه به سطح تازگی θ . در نتیجه، $z^*(t)$ در t نزولی است؛ زمانی که محصول کشش قیمت بالاتری دارد، عامل انبار کردن بهینه کمتر است $k(t)$ بزرگ‌تر است. توجه داشته باشید که ما فرض کردیم که شاخص تازگی $\theta(t)$ در زمان t نزولی باشد؛ بنابراین، عامل انبار کردن بهینه زمانی که محصول تازه‌تر است، بالاتر است. این بدین مفهوم است که فسادپذیری محصول، عامل انبار کردن توزیع‌کننده را کاهش می‌دهد. مقدار خرید و تصمیمات قیمت‌گذاری مشترک بهینه توزیع‌کننده به‌طور خلاصه در ادامه بیان شده است.

استنباط اول. فرض کنیم که تولیدکننده قیمت عمده‌فروشی w را پیشنهاد دهد و زمان واقعی انتقال t است. توزیع‌کننده باید مقدار $\hat{q}(t), qm(t)$ را خرید، و قیمت خرده‌فروشی را این‌چنین تنظیم کند:

$$p^* = \left[\frac{z^*(t)y(t)}{\hat{q}^*} \right]^{1/k(t)} \quad (8)$$

توجه کنید که اگر $qm(t) < \hat{q}$ باشد، حداکثر مقداری که توزیع‌کننده از تولیدکننده می‌تواند بخرد $qm(t)$ است و قیمت بهینه خرده‌فروشی باید به‌صورت زیر باشد:

$$p^* = \left[\frac{z^*(t)y(t)}{qm(t)} \right]^{1/k(t)}$$

زمانی که تولیدکننده عرضه کافی دارد، (t, w) $qm(t) \geq \hat{q}$ بر اساس (۷) و (۸) ما داریم

$$p^* = \frac{w}{\bar{F}(z^*(t))}$$

که به معنای این است که قیمت مطلوب خرده‌فروشی توزیع‌کننده p^* با قیمت عمده‌فروشی تولیدکننده w متناسب است. این ضمانت می‌کند که توزیع‌کننده همیشه سود مورد انتظار مثبت خواهد داشت. قیمت افزایشی (مرتبط با قیمت عمده‌فروشی) بستگی به عامل انبار کردن بهینه $z^*(t)$ دارد: هرچه $z^*(t)$ بزرگ‌تر باشد، قیمت بهینه خرده‌فروشی بالاتر است. از رابطه یکنواخت بین $z^*(t)$ و $\theta(t)$ مشخص می‌شود که توزیع‌کننده باید زمانی که کشش قیمتی کمتر و یا محصول تازه‌تر است، قیمت خرده‌فروشی را بالاتر تعیین کند.

۴-۱-۲- تصمیمات بهینه تولیدکننده

تولیدکننده با یک چالش تصمیم‌گیری دومرحله‌ای مواجه می‌باشد. ابتدا، قیمت بهینه عمده‌فروشی در مرحله دوم را مورد بررسی قرار می‌دهیم، که مقدار محموله اولیه، q و زمان واقعی انتقال، t را ارائه می‌دهد. چنانکه توزیع‌کننده $\hat{q}^*(t, w)$ واحد از محصول را که قیمت عمده‌فروشی آن، w است را می‌خرد، مقدار نهایی معامله شده برابر است با $\min(q, \hat{q}^*(t, w))$. به موجب اینکه هزینه تولید و هزینه انتقال هر دو کاهش یافته‌اند، تولیدکننده به دنبال به حداکثر رساندن درآمد فروش خود با ایجاد یک قیمت مناسب عمده‌فروش است. تابع هدف این چنین است:

$$\pi_m(w|q, t) = w \min(qm(t), \hat{q}^*(t, w)). \quad (9)$$

فرضیه دوم. برای هر مقدار محموله q و زمان واقعی انتقال t ، تولیدکننده باید قیمت عمده‌فروشی خود را این‌گونه تنظیم کند

$$w^*(t, q) = \left[\frac{z^*(t)y(t)}{qm(t)} \right]^{1/k(t)} \bar{F}(z^*(t)). \quad (10)$$

در نتیجه، مقدار باقیمانده پس از انتقال، $qm(t)$ ، دقیقاً با مقدار خرید بهینه توزیع‌کننده \hat{q}^* q مطابقت دارد. فرضیه ۲ بدین معناست که قیمت بهینه عمده‌فروشی بایست در نقطه‌ای که مقدار خریداری شده توسط توزیع‌کننده با عرضه مؤثر تولیدکننده برابر می‌باشد، تنظیم شود $qm(t) = \hat{q}^*(t, w)$ این موضوع به این فرضیه‌ای که هر محصولی که فروش نرفته باشد، ارزش اسقاطی ایجاد نمی‌کند، درحالی که تقاضای بازار به قیمت خرده‌فروشی حساس است، نسبت داده

می‌شود، $k(t) = k_0(\theta(t)) > I$ توجه کنید اگر $k(t) \leq I$ باشد، می‌توان نشان داد که درآمد تولیدکننده در W وقتی $W \geq W^*(t, q)$ است، نیز صعودی می‌باشد؛ بنابراین، قیمت مطلوب عمده‌فروشی به سمت بی‌نهایت میل می‌کند.

تحلیل رابطه بین قیمت بهینه عمده‌فروشی $W^*(t, q)$ و زمان واقعی انتقال t بسیار مورد توجه است. کاملاً مشخص است که هر چه زمان واقعی انتقال بیشتر باشد، تولیدکننده بایست قیمت عمده‌فروشی پایین‌تری را تنظیم کند، چراکه محصول تازه‌تری دارد. باین‌حال، معادله ۱۰ نشان می‌دهد که $W^*(t, q)$ نایست در t نزولی باشد زیرا زمان واقعی انتقال نه‌تنها تازه‌گی محصول، بلکه عامل انبار کردن $z^*(t)$ و عامل باقیمانده $m(t)$ را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. می‌توان موردی را در نظر گرفت که وقتی قیمت مطلوب خرده‌فروشی که (۱۰) ارائه داده، بسیار بالا باشد، در نتیجه $m(t)$ به صفر بسیار نزدیک است. دلیل آن کاهش عرضه محصول می‌باشد. در مرحله بعد مقدار بهینه محموله برای تولیدکننده در نظر گرفته می‌شود. (۱۰) را در (۲) جایگذاری می‌کنیم، و $A(t) = (z^*(t) y(t))^{1/k(t)} m(t)^{1-1/k(t)} F(z^*(t))$ سود مورد انتظار تولیدکننده این‌چنین بیان می‌شود:

$$\begin{aligned} \pi_m(q) &= \mathbb{E}_t[\pi_m(w^*(t, q) | q, t)] - (c_1 + s\gamma_0)q \\ &= \mathbb{E}_t[w^*(t, q) q m(t)] - (c_1 + s\gamma_0)q \\ &= \mathbb{E}_t[(z^*(t) y(t))^{1/k(t)} m(t)^{1-1/k(t)} F(z^*(t)) q^{1-1/k(t)}] - (c_1 + s\gamma_0)q \\ &= \int_a^b A(t) q^{1-1/k(t)} g(t) dt - (c_1 + s\gamma_0)q. \end{aligned} \quad (11)$$

فرضیه سوم. واحد قیمت پایه انتقال شرکت لجستیک نوع سوم، s می‌باشد، مقدار مطلوب محموله تولیدکننده $q^*(s)$ راه‌حل منحصر به فرد معادله زیر است:

$$\int_a^b \left(1 - \frac{1}{k(t)}\right) A(t) q^{1-1/k(t)} g(t) dt = c_1 + s\gamma_0. \quad (12)$$

بر اساس (۱۲) واضح است که $q^*(s)$ در s نزولی است؛ و این با مفهوم کلی مطلب، سازگار است. اگر شرکت لجستیک نوع سوم واحد قیمت انتقال بالاتری دریافت کند، تولیدکننده مقدار کمتری محصول ارسال می‌کند. ممکن است گفتن این مطلب جالب باشد که فسادپذیری محصول بر تصمیم ارسال تولیدکننده اثر می‌گذارد؛ برای مثال، به‌موجب اینکه بخشی از محصول به دلیل فاسدشدن ممکن است غیرقابل فروش شود، ممکن است انتظار رود که تولیدکننده مقدار محصول

بیشتری با احتساب خسارت، ارسال کند. باین‌حال، بر اساس (۱۲) نشان دادن اینکه وجود تابع $m(t)E(0,1)$ در واقع مقدار بهینه محموله $q^*(s)$ را کاهش می‌دهد (با فرض اینکه همه پارامترها بدون تغییر بمانند) مشکل نیست. این بدین خاطر است که خسارت مقدار به معنای هزینه مؤثر بالاتر تولیدکننده است و در نتیجه مقدار محموله بایست کمتر شود.

۴-۱-۳- تصمیم بهینه شرکت لجستیک نوع سوم

با به دست آوردن رابطه بین مقدار محموله تولیدکننده $q^*(s)$ و واحد قیمت انتقال شرکت لجستیک نوع سوم، s ، برای بررسی تصمیم‌گیری قیمت‌گذاری مطلوب شرکت لجستیک نوع سوم مشکلی وجود ندارد. نتیجه اصلی در فرضیه زیر خلاصه شده است.

فرضیه چهارم. قیمت بهینه انتقال شرکت لجستیک نوع سوم، s^* این است.

$$s^* = \frac{1}{\gamma_0} \left[c_2 + \int_a^b \left(1 - \frac{1}{k(t)} \right) \frac{1}{k(t)} A(t)(q^*)^{-1/k(t)} g(t) dt \right], \quad (13)$$

که q^* راه‌حل منحصر به فرد زیر است:

$$\int_a^b \left(1 - \frac{1}{k(t)} \right)^2 A(t)(q^*)^{-1/k(t)} g(t) dt = c_1 + c_2. \quad (14)$$

توجه کنید که (۱۴) مقدار محموله بهینه تولیدکننده را نشان می‌دهد که از (۱۳) تبعیت می‌کند که s^* در γ_0 نزولی است و به معنای این است که اگر شرکت لجستیک نوع سوم نرخ غرامت بالاتری پیشنهاد دهد، باید هزینه انتقال را افزایش دهد. برای موردی با $k_0(\theta) = k$ (کشش قیمت مستقل از سطح تازگی θ است)، می‌توان یک فرمول بسته برای s^* به دست آورد

$$s^* = \frac{1}{\gamma_0} \left[c_2 + \frac{c_2 + c_1}{k-1} \right]. \quad (15)$$

معادله (۱۵) نشان می‌دهد که وقتی کشش قیمت، ثابت باشد، s^* در k نزولی است، که بدین معناست که تقاضای بازار به قیمت خرده‌فروشی بیشتر حساس باشد، شرکت لجستیک نوع سوم بایست قیمت انتقال خود را کاهش دهد.

دقت کنید که ما قیمت انتقال را به صورت یک تصمیم درون‌زا که توسط شرکت لجستیک نوع سوم (که مانند رهبر در بازی استکلبرگ عمل می‌کند)، گرفته شده است که این موضوع در یک

بازار کاملاً رقابتی، اغلب به صورت برونزا تعیین می‌شود. حتی در چنین شرایطی، شرکت لجستیک نوع سوم می‌تواند مزایای خاصی را با تعیین گرامت مناسب به دست آورد. برای مثال، فرض کنیم که واحد هزینه انتقال که توسط شرکت لجستیک نوع سوم پرداخت می‌شود، تابعی از

$$s(t) = s_0 - \eta(t - t_0) +$$

که s_0 قیمت پایه انتقال برونزا، t_0 زمان تحویل تعیین شده و η نرخ گرامت در صورت تأخیر در هر واحد زمان است. با استفاده از پروسه مشابه مانند بالا، شرکت لجستیک نوع سوم می‌تواند زمان مطلوب تحویل و/یا نرخ گرامت را با در نظر گرفتن تأثیر آن‌ها بر مقدار محموله تولیدکننده، به دست آورد.

۴-۱-۴- نمونه‌ای با کشش قیمت ثابت

همان‌طور که در بخش‌های قبل دیدیم، بیشتر تصمیمات مطلوب طرفین زنجیره تأمین شکل بسته‌ای ندارند. در این بخش، به بررسی یک مورد خاص پرداخته می‌شود که در آن کشش قیمت مستقل از سطح تازگی محصول است. بدین معنا که، تابع تقاضا به شکل $D(p, \theta) = y_0(\theta)p^{-k\epsilon}$ تعدیل یافته است. همان‌طور که خواهید دید، تصمیمات مطلب به شکل صریح در این مورد قابل توصیف هستند.

در ابتدا، از (۶) پیروی می‌کنیم که z^* از زمان واقعی انتقال t وقتی که کشش قیمت ثابت می‌شود، مستقل می‌شود. برای ساده‌سازی، عامل انبار کردن مطلوب را با z_0 نشان می‌دهیم. نتایج اصلی ما در استنباط زیر به‌طور خلاصه بیان شده است.

استنباط دوم. فرض کنیم که کشش قیمت ثابت k است، و $B_0 = E_T\{y(T)^{1/k} m(T)^{1-1/k}\}$ باشد.

(i) هزینه مطلوب انتقال شرکت لجستیک نوع سوم، s^* توسط (۱۵) ارائه شده و سود مطلوب مورد انتظار مرتبط این است:

$$\pi_\ell^* = \frac{c_1 + c_2}{k-1} z_0 \left[\left(\frac{k-1}{k} \right)^2 \times B_0 \frac{1-F(z_0)}{c_1 + c_2} \right]^k.$$

(ii) مقدار مطلوب محموله تولیدکننده عبارت است از:

$$q^* = z_0 \left[\left(\frac{k-1}{k} \right)^2 \times B_0 \frac{1-F(z_0)}{c_1 + c_2} \right]^k.$$

قیمت مطلوب عمده‌فروشی مرتبط با یک زمان واقعی انتقال t عبارت است از:

$$w^* = \frac{(c_1 + c_2)k^2}{B_0(k-1)^2} \left[\frac{y(t)}{m(t)} \right]^{1/k}$$

به همین ترتیب، سود مورد انتظار تولیدکننده عبارت است از:

$$\pi_m^* = \frac{k(c_1 + c_2)}{(k-1)^2} z_0 \left[\left(\frac{k-1}{k} \right)^2 \times B_0 \frac{1-F(z_0)}{c_1 + c_2} \right]^k$$

(iii) برای هر زمان واقعی انتقال t ، مقدار خرید مطلوب توزیع‌کننده و قیمت خرده‌فروشی،

عبارت است از:

$$\hat{q}^* = q^* m(t) = z_0 m(t) \left[\left(\frac{k-1}{k} \right)^2 \times B_0 \frac{1-F(z_0)}{c_1 + c_2} \right]^k$$

$$p^* = \frac{(c_1 + c_2)k^2}{B_0(k-1)^2 [1-F(z_0)]} \left[\frac{y(t)}{m(t)} \right]^{1/k}$$

سود مورد انتظار توزیع‌کننده هست:

$$\pi_d^* = \frac{k^2(c_1 + c_2)}{(k-1)^3} z_0 \left[\left(\frac{k-1}{k} \right)^2 \times B_0 \frac{1-F(z_0)}{c_1 + c_2} \right]^k$$

از استنباط دوم، متوجه می‌شویم که سودهای مرتبط با سه طرف عضو زنجیره تأمین، عبارت

است از:

$$\pi_\ell^* : \pi_m^* : \pi_d^* = 1 : \frac{k}{k-1} : \left(\frac{k}{k-1} \right)^2$$

از آنجا که کشش قیمت بزرگ‌تر از ۱ است، $\pi_\ell^* < \pi_m^* < \pi_d^*$ و در نتیجه فرمول بالا تنها به k

بستگی دارد. نتیجه بالا نشان می‌دهد که، بدون هماهنگی، توزیع‌کننده پایین‌دست بیشترین

نسبت سود کل زنجیره تأمین را به دست می‌آورد، در حالی که شرکت لجستیک نوع سوم کمترین

نسبت را به دست می‌آورد، خصوصاً زمانی که کشش قیمت در بازار هدف، کم است.

۴-۲- تصمیمات کاملاً متمرکز و تصمیمات نیمه‌متمرکز

منظور ما از زنجیره «کاملاً متمرکز» این است که شرکت لجستیک نوع سوم، تولیدکننده و

توزیع‌کننده به‌طور هماهنگ برای هدف مشترک به حداکثر رساندن سود مورد انتظار کل زنجیره

تأمین، عمل کنند. تصمیمات بهینه در این رابطه، زمانی که سه شرکت زیر نظر یک سازمان

باشند که به دنبال بهینه‌سازی هدف جهانی خود است، مفید هستند. در عمل، ممکن است که

تنها دو شرکت از سه شرکت برای به حداکثر رساندن هدف مشترک خود، با یکدیگر همکاری کنند. در این چنین مواردی، می‌گوییم که زنجیره تأمین «نیمه‌متمرکز» است. در این بخش ما به ترتیب تصمیمات بهینه زنجیره تأمین کاملاً متمرکز و نیمه‌متمرکز را استنتاج می‌کنیم.

۴-۲-۱- تصمیمات بهینه کاملاً متمرکز

در یک زنجیره تأمین کاملاً متمرکز، قیمت انتقال، قیمت عمده‌فروشی، و مقدار خرید توزیع‌کننده، همگی پارامترهای درون‌زا می‌باشند. دو نوع تصمیم باید گرفته شود، که مربوط به مقدار محموله (q_c) و قیمت خرده‌فروشی (p_c) هستند.

تابع سود مورد انتظار (Π) می‌شود:

$$\Pi_c(q_c) = \mathbb{E}_t\{\Pi_c(p_c|q_c, t)\} - q_c(c_2 + c_1), \quad (16)$$

که

$$\Pi_c(p_c|q_c, t) = p_c \mathbb{E}_s\{\min(q_c m(t), D(p_c, t))\}. \quad (17)$$

نتایج در فرضیه پنجم به‌طور خلاصه بیان شده است.

فرضیه پنجم. در سیستم کاملاً متمرکز:

(i) با مقدار محموله داده‌شده q و زمان واقعی انتقال t ، قیمت مطلوب خرده‌فروشی، عبارت

است از:

$$p_c^* = \left[\frac{z^*(t)y(t)}{q_c m(t)} \right]^{1/k(t)}, \quad (18)$$

که $z^*(t)$ معادله (۶) را برآورده می‌کند.

(ii) مقدار مطلوب محموله تنها توسط معادله زیر تعیین می‌شود:

$$\int_a^b A(t)q_c^{-1/k(t)} g(t) dt = c_1 + c_2. \quad (19)$$

برای مقایسه تصمیمات مطلوب و کارکردهای زنجیره‌های تأمین غیرمتمرکز و کاملاً متمرکز،

ابتدا فرضیه زیر را ارائه می‌دهیم.

فرضیه ششم. مقدار مطلوب محموله در سیستم کاملاً متمرکز بیشتر از این مقدار در سیستم

غیرمتمرکز است، $q_c^* > q^*$.

در مورد کشش قیمتی ثابت با $k_0(\theta) = k$ می‌توانیم داشته باشیم:

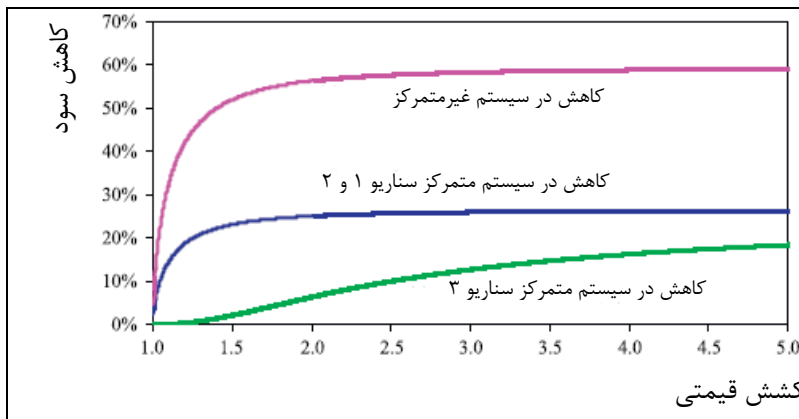
$$q_c^* : q^* = \left(\frac{k}{k-1}\right)^{2k} > 1,$$

نشان می‌دهد نسبت $q_c^* : q^*$ فقط بستگی به کشش قیمت تقاضای بازار دارد. واضح است که نشان $[k/(k-q)]^{2k}$ در بازه $k \in (1, \infty)$ بد. بنابراین، هرچه تقاضای بازار بیشتر به قیمت خرده‌فروشی حساس باشد (ارزش k بزرگ‌تر)، مقدار مطلوب محموله در سیستم کاملاً متمرکز به سیستم غیرمتمرکز نزدیک می‌شود.

در ادامه، تأثیر هماهنگ‌سازی در سود انتظاری را مورد بررسی قرار می‌دهیم. تأکید می‌شود که سودهای مورد انتظار شرکت لجستیک نوع سوم، تولیدکننده و توزیع‌کننده در سیستم غیرمتمرکز به ترتیب π_l^* ، π_m^* و π_d^* هستند. ما $(\pi_l^* + \pi_m^* + \pi_d^*)$ را به‌عنوان سود سیستم در غیاب هماهنگ‌سازی تعیین کرده‌ایم، و به مقدار خسارت مورد انتظار به دلیل نبود هماهنگی بین اعضای زنجیره تأمین، توجه کرده‌ایم. در صورتی که کشش قیمت ثابت باشد، داریم:

$$\xi = 1 - \frac{\pi_l^* + \pi_m^* + \pi_d^*}{\Pi_c^*} = 1 - \left(\frac{k-1}{k}\right)^{2k} - \left(\frac{k-1}{k}\right)^{2k-1} - \left(\frac{k-1}{k}\right)^{2k-2}.$$

می‌توان نشان داد که خسارت سود مرتبط، ξ ، صعودی است (منحنی a در شکل ۲ را ببینید). به این معنا که، هرچه تقاضای بازار بیشتر به تغییر قیمت حساس باشد، خسارت سود به دلیل نبود هماهنگی بیشتر است.



شکل دو - مقایسه زیان‌ها در سیستم متمرکز برای کشش ثابت

۴-۲-۲- تصمیقات نیمه متمرکز

به دلیل اینکه زنجیره تأمین مورد بررسی شامل سه شرکت است، سه سیستم نیمه متمرکز، که آن‌ها را سناریو اول، دوم و سوم می‌نامیم، وجود دارد:

سناریو اول. شرکت لجستیک نوع سوم و تولیدکننده به دنبال بهینه‌سازی یک هدف مشترک‌اند. در این سناریو، تولیدکننده مقدار محموله خود (قبل از انتقال) و قیمت عمده‌فروشی (پس از انتقال) را تعیین می‌کند، و توزیع‌کننده در مورد مقدار خرید و قیمت خرده‌فروشی تصمیم می‌گیرد.

سناریو دوم. تولیدکننده و توزیع‌کننده به دنبال بهینه‌سازی یک هدف مشترک‌اند. این معادل موردی است که در آن تولیدکننده محصول را از طریق برون‌سپاری تدارکات ارسال کرده و آن‌ها را مستقیماً به بازار خرده‌فروشی دور می‌فروشد، می‌باشد. در این سناریو، شرکت لجستیک نوع سوم ابتدا هزینه ترابری خود را تعیین کرده و سپس تولیدکننده/توزیع‌کننده مقدار محموله خود (قبل از انتقال) و قیمت خرده‌فروشی (پس از انتقال) را تعیین می‌کند.

سناریو سوم. شرکت لجستیک نوع سوم و تولیدکننده به دنبال بهینه‌سازی یک هدف مشترک‌اند. این معادل با موردی است که در آن تولیدکننده محصول را از طریق ناوگان انتقال توزیع‌کننده پایین‌دست ارسال می‌کند. در این سناریو، شرکت لجستیک نوع سوم ابتدا قیمت واحد انتقال خود را تعیین می‌کند؛ تولیدکننده مقدار محموله (قبل از انتقال) و قیمت عمده‌فروشی (بعد از انتقال) را تعیین می‌کند؛ و سپس توزیع‌کننده در مورد مقدار خرید و قیمت خرده‌فروشی تصمیم می‌گیرد.

این زنجیره‌های تأمین نیمه متمرکز در واقع سیستم دو رده‌ای با دو مرکز سود مستقل هستند. با پیروی از چرخه‌ی استنتاج که در بخش چهارم از آن استفاده شد، می‌توانیم تصمیمات مطلوب برای این سه سناریو را بگیریم؛ نتایج اصلی در فرضیه زیر ارائه شده‌اند.

فرضیه هفتم. تصمیمات مطلوب در سناریوهای نیمه متمرکز این چنین هستند:

(الف) در سناریوی اول، مقدار مطلوب محموله q^* تنها راه‌حل معادله زیر است:

$$\int_a^b \left(1 - \frac{1}{k(t)}\right) A(t) q^{-1/k(t)} g(t) dt = c_1 + c_2.$$

با دادن یک‌زمان واقعی انتقال t ، تولیدکننده باید قیمت عمده‌فروشی را تنظیم کند با

$$w_1^*(t) = \left[\frac{z^*(t)y(t)}{q_1^*m(t)} \right]^{1/k(t)} \bar{F}(z^*(t)).$$

مقدار مطلوب خرید توزیع‌کننده $q^*_1m(t)$ و قیمت خرده‌فروشی این است

$$p_1^* = \left[\frac{z^*(t)y(t)}{q_1^*m(t)} \right]^{1/k(t)}.$$

(ب) در سناریوی ۲، قیمت مطلوب انتقال شرکت لجستیک نوع سوم، s^*_2 عبارت است از:

$$s_2^* = \frac{1}{\gamma_0} \left[\int_a^b A(t)(q_2^*)^{-1/k(t)} g(t) dt - c_1 \right],$$

که $q^*_2 = q^*_1$ مقدار مطلوب محموله تولیدکننده است. با دادن یک زمان واقعی انتقال t ، توزیع‌کننده (تولیدکننده) باید قیمت خرده‌فروشی را در $p^*_2 = p^*_1$ تنظیم کند.

(ج) در سناریوی ۳، قیمت مطلوب انتقال شرکت لجستیک نوع سوم، s^*_3 هست

$$s_3^* = \frac{1}{\gamma_0} \left[\int_a^b \left(1 - \frac{1}{k(t)} \right) A(t)(q_3^*)^{-1/k(t)} g(t) dt - c_1 \right],$$

که q^*_3 مقدار محموله مطلوب تولیدکننده است، تنها راه‌حل معادله زیر:

$$\int_a^b \frac{k^2(t) - k(t) + 1}{k^2(t)} A(t) q^{-1/k(t)} g(t) dt = c_1 + c_2.$$

با دادن یک زمان واقعی انتقال t ، تولیدکننده بایست قیمت عمده‌فروشی خود را بدین روش تنظیم کند

$$w_3^*(t) = \left[\frac{z^*(t)y(t)}{q_3^*m(t)} \right]^{1/k(t)} \bar{F}(z^*(t)),$$

و مقدار مطلوب خرید توزیع‌کننده $q^*_3m(t)$ بوده و قیمت خرده‌فروشی این است

$$p_3^* = \left[\frac{z^*(t)y(t)}{q_3^*m(t)} \right]^{1/k(t)}.$$

می‌توان یک یافته جالب از فرضیه هفتم مشاهده کرد. از بخش (ج)، می‌بینیم که واحد سود

انتقال مورد انتظار، $s^*_3\gamma_0 - c$ برابر است با

$$s^*_3\gamma_0 - c_2 = - \int_a^b \frac{1}{k^2(t)} A(t)(q_3^*)^{-1/k(t)} g(t) dt,$$

که منفی است. این بدین معناست که برای بهینه‌سازی سود مشترک، شرکت لجستیک نوع سوم و توزیع‌کننده حتی باید سود مربوط به انتقال خود را قربانی کنند. در نتیجه، در مقایسه با سیستم غیرمتمرکز، هم تولیدکننده و هم اتحاد شرکت لجستیک نوع سوم و توزیع‌کننده بهتر است خارج شود.

بر اساس فرضیه هفتم، می‌توانیم به راحتی رابطه زیر را داشته باشیم:

$$q_c^* > q_3^* > q_2^* = q_1^* > q^*;$$

بدین معنا که مقادیر مطلوب محموله‌ی سه سیستم‌های نیمه‌متمرکز بین سیستم‌های غیرمتمرکز و کاملاً متمرکز قرار دارد. همان‌طور که انتظار آن می‌رود، کارکرد سیستم گسترده‌ی سیستم‌های نیمه‌متمرکز عملکرد برون‌ی سیستم غیرمتمرکز دارد، اما کمتر از سیستم کاملاً متمرکز است. بگذارید موردی با ثابت انعطاف قیمت را در نظر بگیریم؛ تصمیمات مطلوب و سودهای مربوطه در سه سناریو در جدول شماره دو خلاصه شده است.

نشان دادیم که در مقایسه با سیستم کاملاً متمرکز، خسارت در زنجیره تأمین غیرمتمرکز باید بالا باشد، خصوصاً وقتی که بازار بسیار به قیمت حساس باشند. اما، همان‌طور که منحنی‌های (b) و (c) در شکل شماره دو نشان می‌دهند، اگر شرکت لجستیک نوع سوم با تولیدکننده همکاری می‌کند (سناریو ۱)، یا اگر تولیدکننده با توزیع‌کننده همکاری می‌کند (سناریو ۲)، پس خسارت در کل زنجیره تأمین بایست به‌طور قابل توجهی کاهش یابد. اگر شرکت لجستیک نوع سوم با توزیع‌کننده همکاری کند، سود سیستم بایست به بیشترین حد افزایش یابد، زیرا با کاهش قیمت انتقال، اتحاد شرکت لجستیک نوع سوم و توزیع‌کننده می‌تواند تولیدکننده را تشویق به انتخاب مقدار محموله‌ای کند که به q_c^* نزدیک‌تر است. شکل ۲ را می‌توان از نقطه‌نظر دیگری هم بررسی کرد: همان‌طور که با سیستم غیرمتمرکز مقایسه شد، یک سیستم نیمه‌متمرکز (خصوصاً سناریو ۳) می‌تواند به‌طور قابل توجهی عملکرد کل زنجیره تأمین را ارتقا دهد. این بدین خاطر است که اتحاد بین دو طرف از سه طرف می‌تواند یکی از دو منبع «تهایی سازی دوجانبه» را که در زنجیره تأمین سه لایه وجود دارد را از بین ببرد.

در حالی که سیستم نیمه‌متمرکز سه جزئی پدیده‌های جالبی ایجاد می‌کنند، هماهنگی جزئی از نقطه‌نظر بهینه‌سازی کل زنجیره تأمین بی‌فایده است. سناریوی ایده آل این است که سه طرف

برای رسیدن به بیشترین سود سیستم کاملاً متمرکز باهم هماهنگ باشند. این مسئله در بخش بعدی بررسی خواهد شد.

۴-۳- طراحی سازوکار هماهنگی

همان‌طور که می‌دانیم، کلید سازوکار هماهنگی (مثل برگشت از خرید، تخفیف مقدار و غیره) برای تشویق توزیع‌کننده پایین دست (یا خرده‌فروش) برای بالا بردن سفارش به همان سطح زنجیره تأمین متمرکز می‌باشد. برای این هدف، تأمین‌کننده بالادست معمولاً پیشنهاد به عهده گرفتن ریسک توزیع‌کننده را می‌دهد. در مدل تجاری ما در این تحقیق، اما، تولیدکننده با ریسک اینکه محصول قبل از رسیدن به بازار عمده‌فروشی خراب/فاسد شود مواجه شود. مقدار محموله، که یکی از مهم‌ترین عواملی است که عملکرد کل زنجیره تأمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد، توسط تولیدکننده بالادست تعیین می‌شود.

به‌علاوه، توزیع‌کننده با درخواست بازار غیرقطعی روبروست، و اگر در انتقال تأخیری اتفاق بیفتد، شرکت لجستیک نوع سوم باید جریمه پردازد. بنابراین، سازوکاری که سه طرف را هماهنگ می‌کند باید قادر به تقسیم خطرات مرتبط باشد.

ما قرارداد «ترخیص بازار کلی فروشی (WMC)» را بین تولیدکننده و توزیع‌کننده پیشنهاد می‌دهیم، که تحت آن توزیع‌کننده قبول می‌کند که تمام کالاهای باقیمانده از طریق ملاک قیمت‌گذاری خاص عمده‌فروشی خریداری کند. همان‌طور که نشان خواهیم داد، قرارداد WMC شباهت‌هایی به قرارداد تخفیف مقدار سنتی دارد. درعین حال، پیشنهاد اتخاذ قرارداد دیگری، یعنی تقسیم تخفیف قیمت عمده‌فروشی (WDS)، بین شرکت لجستیک نوع سوم و تولیدکننده می‌دهیم. اجرای دو قرارداد بستگی به زمان واقعی انتقال، t دارد.

تنظیم قراردادهای WMS و WDS به‌طور متوالی اجرا می‌شوند. ابتدا، تولیدکننده با توزیع‌کننده مذاکره کرده و سیاست کلی قیمت‌گذاری فروش را تعیین می‌کند. سپس تولیدکننده با شرکت لجستیک نوع سوم برای تعیین سیاست قیمت انتقال، مذاکره می‌کند. مذاکره دوم ممکن است بستگی به نتایج مذاکره اول دارد. در هر دو قرارداد، تولیدکننده متعهد می‌شود که

مقدار $q=q_c$ را ارسال کند، که q_c مقدار مطلوب محموله در سیستم کاملاً متمرکز است. مخصوصاً:

(۱) قرارداد WMC ما پیشنهاد می‌دهد که توزیع کنندگان کل مقادیر باقیمانده $m(t)$ را در قیمت عمده‌فروشی زیر خریداری کنند:

$$w(q,t) = (1-\alpha) \left[\frac{z^*(t)y(t)}{qm(t)} \right]^{1/k(t)} \mathbb{E}_\varepsilon \left\{ \min \left(1, \frac{\varepsilon}{z^*(t)} \right) \right\} + \alpha \frac{c_1 + c_2}{m(t)}, \quad (20)$$

که $q=q_c$ مقدار محموله تولیدکننده، t زمان واقعی انتقال، و α ثابتی در $(0, 1)$ است که در مذاکره بین تولیدکننده و توزیع‌کننده تعیین می‌شود. دقت کنید که برای هر t ، $w(q,t)$ در مقدار باقیمانده $m(t)$ قطعاً نزولی است. این شبیه قرارداد تخفیف مقدار سنتی است. درک مستقیم پشت قرارداد WMC را می‌توان به گونه دیگری مانند زیر تفسیر کرد. با ضرب کردن $qm(t)$ در هر دو طرف معادله (۲۰) داریم:

$$w(q,t)qm(t) = (1-\alpha)[z^*(t)y(t)]^{1/k(t)}(qm(t))^{1-1/k(t)} \mathbb{E}_\varepsilon \left\{ \min \left(1, \frac{\varepsilon}{z^*(t)} \right) \right\} + \alpha(c_1 + c_2)q. \quad (21)$$

بر اساس معادله (۵) می‌دانیم که

$$SR := [z^*(t)y(t)]^{1/k(t)}(qm(t))^{1-1/k(t)} \mathbb{E}_\varepsilon \left\{ \min \left(1, \frac{\varepsilon}{z^*(t)} \right) \right\}$$

درآمد فروش توزیع‌کننده (SR) را نشان می‌دهد، که $qm(t)$ مقدار موجود برای فروش به خریدار نهایی است. بنابراین، (۲۱) معادل با این است

$$w(q,t)qm(t) - (c_1 + c_2)q = (1-\alpha)[SR - (c_1 + c_2)q]. \quad (22)$$

واضح است که LHS (۲۲) سود مشترک تولیدکننده و ارائه‌دهنده $3PL$ ، و $(SR - c_1 + c_2)q$ در RHS سود کلی سیستم کاملاً متمرکز است. بنابراین، (۲۲) به مفهوم این است که، با قرارداد WMC ، تقسیمات سود تولیدکننده / شرکت لجستیک نوع سوم و توزیع‌کننده به ترتیب $(1-\alpha)$ و α می‌باشد. توزیع‌کننده متعهد می‌شود که همه مقادیر باقیمانده $qm(t)$ را بخرد. بخش بیشتر سود بین تولیدکننده و شرکت لجستیک نوع سوم نتیجه‌ی مذاکرات بین آن‌هاست. (۲) قرارداد WDS ما نشان می‌دهد که قیمت انتقال که به شرکت لجستیک نوع سوم پرداخت می‌شود باید شکل زیر را بگیرد:

$$s(q,t) = c_2 + \beta[m(t)w(q,t) - (c_1 + c_2)]. \quad (23)$$

به این معنا که، هزینه انتقال بستگی به زمان انتقال t و قیمت کلی‌فروشی واقعی تولیدکننده دارد. پارامتر β ثابتی در $(0,1)$ است، که در پروسه مذاکره بین تولیدکننده و شرکت لجستیک نوع سوم تعیین می‌شود.

می‌بینیم که (۲۳) معادل شکل زیر است:

$$s(q,t) - s_0(t) = \beta m(t)[w(q,t) - w_0],$$

که w_0 لیست قیمت عمده‌فروشی، و $s_0(t)$ را می‌توان به‌عنوان هزینه پایه انتقال که با فرمول زیر به دست می‌آید، تلقی کرد

$$s_0(t) = c_2 - \beta(c_1 + c_2) + \beta m(t)w_0.$$

رابطه (۲۳) نشان می‌دهد که شرکت لجستیک نوع سوم باید تخفیف هزینه انتقال که وابسته به تخفیف قیمت مده‌فروشی تولیدکننده است، ارائه دهد. در نتیجه، شرکت لجستیک نوع سوم بخشی از هزینه‌ای که تولیدکننده از تخفیف قیمت کلی‌فروشی خود متحمل می‌شود را تقسیم می‌کند. برای مطالب بیشتر در مورد قرارداد تقسیم تخفیف قیمت، به برناشتاین و فدرگروئن، یا لی و آتکینز مراجعه کنید [۵، ۲۶]. با جایگزینی (۲۰) در (۲۳)، داریم

$$s(q,t) = c_2 + \beta(1-\alpha) \left[m(t) \left(\frac{z^*(t)y(t)}{qm(t)} \right)^{1/k(t)} \mathbb{E}_e \left\{ \min \left(1, \frac{\varepsilon}{z^*(t)} \right) \right\} - (c_1 + c_2) \right]. \quad (24)$$

گزاره اول. $s(q,t)$ در زمان واقعی انتقال t نزولی است.

گزاره اول نشان می‌دهد که شرکت لجستیک نوع سوم باید واحد قیمت انتقال خود را در زمان تأخیر انتقال، کاهش دهد. این یک مشوق سازگار است. به‌علاوه، $s(q)$ در مقدار محموله تولیدکننده، q مطلقاً نزولی است، به این معنا که برای هر زمان واقعی انتقال، هزینه انتقال کمتری برای یک مقدار محموله بزرگ‌تر پرداخت می‌شود. این، مفهوم تخفیف مقدار (یا تخفیف قیمت) را تقسیم کرده و یک مشوق سازگار است.

فرضیه هشتم. قرارداد WMC (۲۰)، همراه با قرارداد WDS (۲۳)، زنجیره تأمین غیرمتمرکز را برای دستیابی به همان عملکرد زنجیره تأمین متمرکز برای هر $\alpha, \beta \in (0,1)$ القا کند.

به علاوه، مستقیماً از اتخاذ قراردادهای WMC و WDS پیروی می‌کند، سود مطلوب مورد انتظار تولیدکننده هست

$$\pi'_m = \pi'_m(q_c^*) = (1-\beta)(1-\alpha)\Pi_c(q_c^*) = (1-\beta)(1-\alpha)\Pi_c^*$$

سود مطلوب مورد انتظار توزیع کننده هست

$$\pi'_d = \mathbb{E}_t\{\pi'_d(z^*(t)|q_c^*, t)\} = \alpha\Pi_c(q_c^*) = \alpha\Pi_c^*$$

سود مطلوب مورد انتظار شرکت لجستیک نوع سوم هست

$$\pi'_l = \mathbb{E}_t\{(s(q, t) - c_2)q_c^*\} = \beta(1-\alpha)\Pi_c^*$$

بنابراین، تقسیم سود ارائه‌دهنده $3PL$ ، تولیدکننده، و توزیع کننده به ترتیب، $(1-\alpha)\beta$ ، $(1-\alpha)$ و α هستند؛ ارزش α و β ، که به طور کلی توسط نیروهای معاملاتی مرتبط اعضای زنجیره تأمین تعیین شدند، مستقیماً نشان‌دهنده سود آن‌هاست. باین وجود، برای اطمینان حاصل کردن از اینکه هر بخش تمایل به شرکت در هماهنگی دارد، دو شرط زیر باید برآورده شوند: (i) هر طرف می‌تواند به سود بالاتری از سود زنجیره تأمین غیرمتمرکز دست یابد؛ (ii) هر دوتای آنان نباید ائتلاف تشکیل‌دهنده، مجموع سودهایشان باید بیشتر از مجموع سود سیستم‌های نیمه‌متمرکز بشد. موردی با ثابت انعطاف قیمت $k_0(\theta) = k$ را در نظر بگیرید. برای مطمئن شدن از هماهنگی، پارامترهای α و β باید شرایط زیر را برآورده کنند:

$$\beta(1-\alpha) + (1-\beta)(1-\alpha) \geq \left(\frac{k-1}{k}\right)^k,$$

$$(1-\beta)(1-\alpha) + \alpha \geq \left(\frac{k-1}{k}\right)^{k-1},$$

$$\alpha + \beta(1-\alpha) \geq \left(\frac{k^2 - k + 1}{k}\right)^k,$$

$$\alpha \geq \left(\frac{k-1}{k}\right)^{2k-2},$$

$$(1-\beta)(1-\alpha) \geq \left(\frac{k-1}{k}\right)^{2k-1},$$

$$\beta(1-\alpha) \geq \left(\frac{k-1}{k}\right)^{2k}.$$

درک اینکه یک حد بالاتر و پایین‌تر در α و β به شکل زیر وجود دارد، مشکل نیست (شکل ۳ را

ببینید):

$$\left(\frac{k-1}{k}\right)^{2k-2} \leq \alpha \leq 1 - \left(\frac{k-1}{k}\right)^k,$$

همان‌طور که در شکل سه می‌بینیم، ارزش β تولیدکننده قابل قبول است بستگی به ارزش α دارد $\beta \leq \min\left\{\frac{1}{1-\alpha} \max\left\{\left(\frac{k^2-k+1}{k}\right)^k, \left(\frac{k-1}{k}\right)^{2k}\right\}, 1 - \frac{1}{1-\alpha} \left(\frac{k-1}{k}\right)^{2k-1}\right\}$ باریک‌تر می‌شود. به این دلیل این اتفاق رخ می‌دهد که سود قابل تقسیم $(1-\alpha)II^*_c$ ، کاهش می‌یابد.

در پایان، خاطرنشان می‌کنیم که توافق برگشت از خرید (یا قرارداد غرامت)، که در قرارداد تقسیم تخفیف قیمت معمولاً تکمیلی است، در قرارداد WDS ما ضروری نیست. در حقیقت، اجرای قرارداد تنها از دو مرحله پیروی می‌کند: (i) پس‌ازاینکه محصول با بازار مقصد برسد، بر اساس قرارداد WMC یک قیمت عمده‌فروشی تعیین می‌شود و معامله بین تولیدکننده و توزیع‌کننده برقرار می‌شود؛ و (ii) قیمت انتقال بر اساس قیمت عمده‌فروشی تعیین شده و معامله بین تولیدکننده و شرکت لجستیک نوع سوم برقرار می‌شود.

نتیجه‌گیری

ترابری محصولاتی که پتانسیل فسادپذیری را دارند، یکی از چالش‌های فراروی تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و مصرف‌کنندگان بوده است. در این مقاله هر دو نوع فسادپذیری یعنی، پوسیدگی و خرابی که هم کیفیت و هم کمیت محصولات را دستخوش تغییر می‌کند، موردبررسی قرار گرفت. به همین سبب تابع تقاضایی معرفی شد که در آن اندازه بازار (یا میزان تقاضا از محصول) و کشش قیمتی تابعی از سطح تازگی محصول فرض شده‌اند.

با توجه به فرض بالا تصمیمات بهینه در سیستم‌های متمرکز، نیمه‌متمرکز و غیرمتمرکز مورد ارزیابی قرار گرفت و مقدار بهینه بارگیری، قیمت بهینه عمده‌فروشی، قیمت بهینه هزینه ترابری شرکت لجستیک نوع سوم، مقدار بهینه خرید و قیمت بهینه خرده‌فروشی محاسبه شد.

با توجه به نتایج محاسبات مشخص شد که خسارت و کاهش سود در زنجیره تأمین با سیستم غیرمتمرکز نسبت به دو سیستم دیگر بیشتر است (مخصوصاً زمانی که کشش قیمتی بالا باشد). اما در صورت همکاری طرفین (سیستم متمرکز و نیمه‌متمرکز) با یکدیگر، خسارت در کل سیستم

به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. در حقیقت سناریوی ایده‌ال برای رسیدن به بیشترین سود همکاری سه عنصر زنجیره تأمین (سیستم متمرکز) می‌باشد.

یک طرح انگیزشی برای ایجاد هماهنگی بین سه طرف ایجاد شد، که شامل قرارداد ترخیص بازار عمده‌فروشی (WMC) بین تولیدکننده و توزیع‌کننده و قرارداد تقسیم تخفیف قیمت عمده‌فروشی (WDS) بین تولیدکننده و شرکت لجستیک نوع سوم است. نشان داده شد که قراردادهای پیشنهادی به اعضای زنجیره تأمین اجازه تقسیم ریسک مربوط به پروسه انتقال و فروش را داده و دو منبع «نهایی سازی دوجانبه» که در سیستم غیرمتمرکز وجود دارد را حذف کند.

پیشنهادها

ارسال محصولات تازه به فواصل دور برای رسیدن به بازار هدف که می‌تواند هم در داخل کشور و هم خارج از مرزها باشد بسیار گسترده شده است. اما وقتی که مدت‌زمان این ترابری غیرقطعی باشد بررسی سالم رسیدن محصولات تازه به بازار هدف، مسیری تازه برای تحقیقات بیشتر است. یکی از مسائلی که می‌توان تحقیقات بیشتری درباره آن انجام داد در رابطه با تصمیماتی است که شرکت لجستیک نوع سوم در وضعیت‌های مختلف، مثل تثبیت بار بین چند مشتری باید اتخاذ کند. موضوع دیگر مسئله طبقه‌بندی محصول تازه بر اساس سطح تازگی آن است و آیا تولیدکننده می‌تواند بر اساس آن قیمت‌های مختلفی ایجاد کند. این مسئله، به‌موجب ارتباط بین درخواست‌ها در سطوح تازگی مختلف بسیار پیچیده‌تر است. بررسی این موضوع در شرایط وجود اطلاعات ناقص نیز جالب است. توجه داشته باشید که در مدل فعلی ما فرض شده است که هر سه طرف، اطلاع مشترکی درباره تقاضای بازار و هزینه هر طرف دارند و این موضوع نمی‌تواند یک فرضیه‌ی واقع‌گرایانه باشد، اگرچه فرضیه رایجی در پیشینه تحقیق مدیریت زنجیره تأمین است؛ و موضوع دیگری که در تحقیقات بعدی می‌توان بدان توجه بیشتری داشت در رابطه با چگونگی تشویق همه طرفین درگیر به تبادل اطلاعات با یکدیگر و رسیدن به نقطه مطلوب همکاری هست.

منابع

1. Anderson PL, McLellan RD, Overton JP, Wolfram GL. The universal tuiti on tax credit: a proposal to advance parental choice in education. Mackinac Center Report /<http://www.mackinac.org/362S>, 1997.
2. Anupindi R, Bassok Y. Supply contracts with quantity commitments and stochastic demand. In: Tayur S, Magazine M, Ganeshan R, editors. *Quantitative models for supply chain management*. Kluwer Academic Publishers; 1999.
3. Barlow RE, Proschan F. *Mathematical theory of reliability*. New York: John Wiley and Sons; 1965.
4. Bask AH. Relationships among TPL providers and members of supply chains – a strategic perspective. *Journal of Business & Industrial Marketing* 2001;16:470–86.
5. Bernstein F, Federgruen A. Decentralized supply chains with competing retailers under demand uncertainty. *Management Science* 2005;51(1) : 18–29.
6. Blackburn J, Scudder G. Supply chain strategies for perishable products: the case of fresh produce. *Production and Operations Management* 2009;18(2) :129–37.
7. Blumthel MR, Gow HR. Supply chain innovations in the ecuadorian cut flower industry. In: *Proceedings of the international symposium on fresh produce supply chain management, 6–10 December 2006, Chiang Mai, Thailand*, RAP PUBLICATION 2007/21: pp. 184–94; 2007.
8. Cachon GP, Lariviere MA. Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: strengths and limitations. Working paper, University of Pennsylvania and Northwestern University. 2001.
9. Cadilhon JJ, Fearne AP, Giac Tam PT, Moustier P, Poole ND. Business-to-business relationships in parallel vegetable supply chains of Ho Chi Minh City (Viet Nam): reaching for better performance. In: *Proceedings of the international symposium on fresh produce supply chain management, 6–10 December 2006, Chiang Mai, Thailand*, RAP PUBLICATION 2007/21: pp. 135–47; 2007.
10. Cai XQ, Chen J, Xiao YB, Xu XL. Optimization and coordination of fresh product supply chains with freshness keeping efforts. *Production and Operations Management* 2010;19(3) :261–78.
11. Caldentey R, Haugh MB. Supply contracts with financial hedging. *Operations Research* 2009;57(1) :47–65.
12. Chen F, Information sharing and supply chain coordination. In: Graves S. and Kok T (Eds), *Handbooks in Operations Research and Management Science: Supply Chain Management*, North-Holland, 2003.
13. Chick SE, Mamani H, Simchi-Levi D. Supply chain coordination and influenza vaccination. *Operations Research* 2008;56(6) :1493–506.

14. Choi T-M, Li D, Yan HM, Chiu C-H. Channel coordination in supply chains with agents having mean-variance objectives. *Omega, The International Journal of Management Science* 2008;36:565-76.
15. Ding D, Chen J. Coordinating a three level supply chain with flexible return policies. *Omega, The International Journal of Management Science* 2008;36:865-76.
16. enVista.Keycomponentsofparcelpricing.enVistaWhitepaper /www.envistacorp.comS. 2010.
17. Eppen GD, Iyer AV. Backup agreements in fashion buying - the value of upstream flexibility. *Management Science* 1997;43(11) :1469-84.
18. Ferguson M, Koenigsberg O. How should a firm manage deteriorating inventory? *Production and Operations Management* 2007;16(3) : 306-21.
19. Fong CL. New models in logistics network design and implications for 3PL Companies. Ph.D thesis, Nanyang Technological University. Singa- pore; 2005.
20. Goyal SK, Giri BC. Recent trends in modeling of deteriorating inventory. *European Journal of Operational Research* 2001;134:1-16.
21. KasmireRF. Freshproduceandperishability.RBCShandbook./http://www.thepacker.com/rbcs/handbookarticles/properis.htmS, 1999.
22. Ketzenberg M, Ferguson M. Managing slow moving perishables in the grocery industry. *Production and Operations Management* 2008;17(5) : 513-21.
23. Kopanos GM, Puigjaner L, Georgiadis MC. Simultaneous production and logistics operations planning in semicontinuous food industries. *Omega, The International Journal of Management Science* 2012;40:634-50.
24. Krishan H, Kapuscinski R, Butz D. Coordinating contracts for decentralized supply chains with retailer promotional effort. *Management Science* 2004;50(1) :48-63.
25. Leng M, Parlar M. Allocation of cost savings in a three-level supply chain with demand information sharing: a cooperative-game approach *Operations Research* 2009;57(1) :200-13.
26. Li Q, Atkins D. Coordinating replenishment and pricing in a firm. *Manufac- turing & Service Operations Management* 2002;4(4) :241-57.
27. Lieb RC. The use of third-party logistics services by large American manu- facturers. *Journal of Business Logistics* 1992;13:29-42.
28. McKinnon AC. The outsourcing of logisitical activities. In: Waters D, editors. *Global logistics and distribution planning*, 3rd ed. CRC Press; 1999 [Chapter 14].
29. Nahmias S. Perishable inventory theory: a review. *Operations Research* 1982;30(4) :680-708.
30. Parlar M, Wang Q. Discounting decisions in a supplier-buyer relationship under a linear buyer's demand. *IIE Transactions* 1994;26:34-41.

31. Pasternack B. *Optimal pricing and returns for perishable commodities. Marketing Science* 1985;4(2) :166–76.
32. Petruzzi NC, Dada M. *Pricing and the newsvendor problem: a review. Operations Research* 1999;47(2) :183–94.
33. Raafat F. *Survey of literature on continuously deteriorating inventory models. Journal of the Operational Research Society* 1991;42:27–37.
34. Rajan A, Steinberg R, Steinberg R. *Dynamic pricing and ordering decisions by a monopolist. Management Science* 1992;38(2) :240–62.
35. Razzaque MA, Sheng CC. *Outsourcing of logistics functions: a literature survey International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 1998;28(2) :89–107.
36. Roeger E, Leibtag E. *Produce sourcing and transportation cost effects on wholesale fresh fruit and vegetable prices. In: Poster presented at the agricultural & applied economics association 2011 AAEA, CAES, & WAEA joint annual meeting, Pittsburgh, PA; 24–26 July 2011.*
37. Sanfilippo S. *UPS, they've done it again! And FedEx too!. eBizInsider /WWW.ebizinsider.comS; February 2008. p.18–20.*
38. Shang KH, Song JS, Zipkin PH. *Coordination mechanisms in decentralized serial inventory systems with batch ordering. Management Science* 2009;55(4) :685–95.
39. Sheffi Y. *Third party logistics: present and future prospects Journal of Business Logistics* 1990;11:27–39.
40. Skjoett Larsen T. *Third party logistics from an inter organizational point of view International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 2000;30(2) :112–27.
41. Song H, Hsu VN, Cheung RK. *Distribution coordination between suppliers and customers with a consolidation center. Operations Research* 2008;56(5) :1264–77.
42. Stecke KE, Zhao X. *Production and transportation integration for a make-to-order manufacturing company with a commit-to-delivery business mode. Manufacturing & Service Operations Management* 2007;9(2) :206–24.
43. Tsay A, Nahmias S, Agrawal N. *Modeling supply chain contracts: a review In: Tayur S, Ganeshan R, Magazine M, editors. Quantitative models for supply chain management. Kluwer Academic Publishers; 1999.*
44. Tsiros M, Heilman CM. *The effect of expiration dates and perceived risk on purchasing behavior in grocery store perishable categories. Journal of Marketing* 2005;69(4) :114–29.
45. Tyan JC, Wang FK, Du TC. *An evaluation of freight consolidation policies in global third party logistics. Omega, The International Journal of Management Science* 2003;31(1) :55–62.

46. Vaidyanathan G. *A framework for evaluating third-party logistics. Communications of the ACM* 2005;48(1) :89-94.
47. Vega HL. *Transportation costs of fresh flowers: a comparison across major exporting countries. IDB Publications. No. 48798, Inter-American Development Bank; 2008.*
48. Wang QN. *Coordinating independent buyers in a distribution system to increase a supplier's profits. Manufacturing & Service Operations Management* 2001;3:337-48.
49. Wang Y. *Joint pricing-production decisions in supply chains of complementary products with uncertain demand. Operations Research* 2006;54(6) :1110-27.
50. Wang Y, Jiang L, Shen Z. *Channel performance under consignment contract with revenue sharing. Management Science* 2004;50(1) :34-47.
51. Wang XJ, Li D. *A dynamic product quality evaluation based pricing model for perishable food supply chains. Omega, The International Journal of Management Science* 2012;40:906-17.
52. Weng ZK. *Channel coordination and quantity discounts. Management Science* 1995;41:1509-22.
53. Whitin TM. *Theory of inventory management. Princeton University Press; 1957.*