International Journal of Industrial Engineering & Production Management (2013)

November 2013, Volume 24, Number 3
pp. 269-282

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

Vendor Managed Inventory System in State of One Vendor and Multiple Retailers

H. Rasay ,Y. Zare Mehrjerdi*, & M.S. Fallahnejad

Hasan Rasay, *Industrial Engineering, Master of Science Student, Yazd University*
Yahia Zare Mehrjerdi, *Associate professor of Industrial Engineering, Yazd University*
Mohammad Saber Falah nejad, *Assistant professor of Industrial Engineering, Yazd University,*

Keywords

Vendor managed inventory,
Game theory,
Stackelberg game theory,
Centralized supply chain,
Decentralized supply chain

ABSTRACT

Consider a supply chain that consists of one vendor and multiple retailers. We assume that the vendor procures product from an external source and sells it with the same wholesale price to the retailers. Demands in retailers'market are decreasing function of the price and vendor makes use a vendor managed inventory strategy. In this paper we propose model of supply chain in centralized and decentralized state. Supply chain performance in centralized state can be analyzed by mathematic optimization model while for analyzing supply chain performance in decentralized state use Stackelberg game. Finally, numerical analyses about the proposed models are done and performance of supply chain in centralized and decentralized state is compared.

© 2013 IUST Publication, IJIEPM. Vol. 24, No. 3, All Rights Reserved

* **Corresponding author**. ***Yahia Zare Mehrjerdi,***
Email: *Yazm2000@yahoo.com*

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

نشـــریه بین المللـــی مهنـــدسی صنـــایع و مدیـــریت تولیـــد

شمـــاره ۳، جلـــد ۲۴، پاییـــز ۱۳۹۲
صفحـــه ۲۸۲-۲۷۰

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

ISSN: 2008-4870

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

سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده در حالت یک فروشنده و چندین خرده فروش

حسن رسایی، یحیی زارع مهرجردی* و محمد صابر فلاح نژاد

کلمات کلیدی

مدیریت موجودی توسط فروشنده،
تئوری بازیها،
تئوری بازی استاکلبرگ،
زنجیره تامین متمرکز،
زنجیره تامین غیر متمرکز

چکیده:

زنجیره تامینی را در نظر بگیرد که شامل یک فروشنده و چندین خرده فروش است. فرض می شود که فروشنده، محصول را از یک منبع تامین خارجی دریافت کرده و آن را با قیمت یکسان به خرده فروش ها می فروشد. تقاضا در بازار خرده فروش ها تابعی کاهشی از قیمت می باشد و فروشنده از رویکرد مدیریت موجودی توسط فروشنده در زنجیره تامین استفاده می کند. در این مقاله به مدل سازی این زنجیره تامین در حالت های متمرکز و غیر متمرکز خواهیم پرداخت. عملکرد زنجیره تامین در حالت متمرکز را می توان براساس یک مدل بهینه سازی ریاضی تشریح کرد. برای تحلیل عملکرد سیستم در حالت غیر متمرکز از تئوری بازی استاکلبرگ استفاده می کنیم. در نهایت تحلیل های عددی در مورد مدل های ارائه شده، انجام گرفته و به مقایسه عملکرد زنجیره تامین در حالت متمرکز و غیر متمرکز خواهیم پرداخت.

۱. مقدمه

در این بخش ابتدا به ارائه مقدمه ای در مورد ساختارهای زنجیره تامین و مدیریت موجودی توسط فروشنده خواهیم پرداخت. مقدمه ای در مورد تئوری بازیها و نقش آن در تحلیل عملکرد زنجیره تامین و سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده و همچنین نوآوری های جدید این مقاله ارائه خواهد شد.

۱-۱ . ساختارهای زنجیره تامین و مدیریت موجودی توسط فروشنده

در حالت ایده آل، تصمیم گیری در زنجیره تامین می تواند توسط یک تصمیم گیرنده مرکزی[2] که به تمام اطلاعات لازم برای بهینه شدن عملکرد سیستم دسترسی دارد، انجام گیرد. این موقعیت در حالتیکه تمام زنجیره تامین تحت کنترل یک تصمیم گیرنده باشد امکان پذیر است در این حالت زنجیره تامین را یک زنجیره تامین متمرکز[3] می نامیم. با این وجود در حالت کلی نه تامین کننده و نه خرده فروش ها نمی توانند کل زنجیره تامین را کنترل کنند. هر کدام از اعضای زنجیره تامین دارای اهداف و اولویت های خاص خود هستند و قبل از آنکه به بهینه شدن عملکرد کلی سیستم توجه کنند به دنبال بهینه کردن عملکرد فردی خود هستند. در واقع، هرگاه اعضای زنجیره تامین، نهاد های اقتصادی[4] مستقل و جدا از هم باشند، به طور مستقل برای بهینه شدن عملکرد شان تلاش می کنند. در این حالت زنجیره تامین را غیر متمرکز[5] می نامیم[۱]. ساختار غیر متمرکز زنجیره تامین، منجر به اثر نهایی سازی دو جانبه[6] و اثر شلاق چرمی[7] می شود که در نهایت عملکرد زنجیره تامین را تضعیف می کنند[۲و۳]. بنابراین طراحی قرار دادها و استراتژی های مختلف برای نزدیک کردن

تاریخ وصول: ۹۰/۶/۹
تاریخ تصویب: ۹۰/۸/۲۹

حسن رسایی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، Hasan.Rasay@gmail.com
*نویسنده مسئول مقاله: **دکتر یحیی زارع مهرجردی**، دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، Yazm2000@yahoo.com
محمد صابر فلاح نژاد، استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، Saber9876@yahoo.com

[2] *Centralized decision maker*
[3] *Centralized supply chain*
[4] *Economic entities*
[5] *Decentralized supply chain*
[6] *Double Marginalization*
[7] *Bullwhip effect*

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

عملکرد زنجیره تامین غیر متمرکز به حالت متمرکز، حائز اهمیت است و مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. مدیریت موجودی توسط فروشنده یکی از این استراتژیهاست که در دو دهه اخیر مورد استفاده بسیاری از شرکت ها قرار گرفته است.

مدیریت موجودی توسط فروشنده، یک سیستم بازپرسازی کششی[1] است که تامین کننده (فروشنده) را به پاسخ گویی سریع به تقاضای واقعی قادر می سازد. مدیریت موجودی توسط فروشنده یک سطح بالا از مشارکت بین فروشنده و خرده فروش را نشان می دهد که در آن فروشنده تصمیم گیرنده اصلی در مورد کنترل موجودی است. تحت این رویکرد، فروشنده در مورد سطوح مناسب موجودی هر کدام از محصولات و رویکرد مناسب برای کنترل این سطح تصمیم گیری می کند[۴].

شراکت[2] در این سیستم دارای دو جزء اصلی می باشد: (۱) مدیریت موجودی توسط فروشنده بر یک رویکرد متمرکز کنترل موجودی توسط فروشنده و با همکاری خرده فروش ها تمرکز دارد و (۲) فروشنده می تواند به اطلاعات مربوط به بازار مصرف و موجودی های خرده فروشانش دسترسی پیدا کند [۵]. براساس این رویکرد اجزاء پایین دستی[3] زنجیره تامین (خرده فروش ها یا توزیع کنندگان) اطلاعات مربوط به تقاضا و قیمت فروش کالاهای خود را در اختیار قسمت های بالا دستی[4] زنجیره تامین (فروشندگان، تولید کننده و یا تامین کننده) قرار داده و در عوض فروشنده وظیفه کنترل موجودی خرده فروشانش را به عهده می گیرد. با این استراتژی، خرده فروش ها از تمام هزینه های موجودی و یا بخشی از آن معاف شده و از طرفی دیگر فروشنده (تولید کننده) با در اختیار داشتن تقاضای مشتریانِ نهایی زنجیره تامین، می تواند برنامه ریزی تولید و حمل و نقل خود را به طور قابل توجهی بهبود دهد. لازم به ذکر است که هرگاه از استراتژی مدیریت موجودی توسط فروشنده یاد می شود منظور از فروشنده، جزئی از زنجیره تامین است که وظیفه کنترل موجودی را بر عهده دارد، که می تواند بسته به ساختار زنجیره تامین مورد بررسی، یک تولید کننده، تامین کننده مواد اولیه، فروشنده و یا یک توزیع کننده عمده باشد.

همانطورکه اشاره شد سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده به تولید کننده این امکان را می دهد که به اطلاعات مربوط به فروش و سطوح موجودی خرده فروش ها دسترسی پیدا کند. بنابراین در این حالت تامین کننده نسبت به تقاضای مشتریان نهایی، دید مستقیم دارد و می تواند پیش بینی های دقیق تری از تقاضای مشتریان انجام دهد. به این ترتیب از بروز اثر شلاق چرمی تا حدود زیادی جلوگیری می شود. با افزایش دقت پیش بینی ها به طور قطع تولید کننده می تواند برنامه ریزی تولید و حمل ونقل خود را به میزان قابل توجهی بهبود دهد. علاوه براین، دراین حالت تنها یک نقطه کنترل در زنجیره تامین وجود دارد و این به کاهش ذخیره های اطمینان در زنجیره تامین کمک می کند و در نهایت سطح خدمت به دلیل افزایش دسترسی به محصول، افزایش می یابد. مدیریت موجودی توسط فروشنده در بلند مدت می تواند سود هر دو طرف تامین کننده و خرده فروش ها را افزایش دهد[۶].

سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده سال هاست که به صورت گسترده توسط بسیاری از صنایع پذیرفته شده است. یک نمونه موفقیت آمیز از اجرای این رویکرد به همکاری بین شرکت های وال مارت[5] و Proctor & Gambel(P&G) بر می گردد. در سال ۱۹۸۵ مشارکت بین این دو شرکت، تحویل های به موقع P&G و فروش وال مارت را به میزان قابل توجه ای افزایش داد. گردش موجودی هر دو طرف نیز ۳۰٪ افزایش یافت[۷]. علاوه بر صنایع خرده فروش، مدیریت موجودی توسط فروشنده، توسط شرکت های شیمیایی بزرگ برای افزایش کارایی زنجیره تامین و بهبود روابط با مشتریان و تامین کنندگان پذیرفته شده است[۸]. صنایع با تکنولوژی بالا مانند Dell، HP وST از این رویکرد برای کاهش سطح موجودی ها و هزینه هایشان استفاده می کنند[۹]. ، باریلا[6] مدیریت موجودی توسط فروشنده را در سال ۱۹۸۸ پذیرفت و منجر به کاهش سطح موجودی های خرده فروشانش تا نزدیک ۵۰٪ شد و در سال ۱۹۹۰ به بزرگترین تولید کننده پاستا[7] در جهان تبدیل شد. این شرکت ۳۵٪ از فروش پاستا در ایتالیا و ۲۲٪ از فروش پاستا در اروپا را در اختیار دارد [۱۰].

۲-۱. تئوری بازیها و بازی استاکلبرگ

تئوری بازیها، ابزار موثری برای تحلیل زنجیره های تامین با عوامل[8] مختلف و اهداف متضاد است. تئوری بازیها به تحلیل موقعیت هایی می پردازد که در آن تصمیم عوامل مختلف بر سود سایر عوامل تاثیر می گذارد و در واقع تئوری بازیها به بررسی مسائل بهینه سازی تعاملی[9] می پردازد[۱۱].

بازیها دارای ابعاد بسیاری می باشند و به همین دلیل می توان دسته بندی های متفاوتی از تئوری بازیها ارئه داد از قبیل بازیهای ایستا[10] و پویا[11]، مشارکتی[1] و غیر مشارکتی[2]، بازی با مجموع

[1] *Pull replenishment system*
[2] *Partnership*
[3] *Downstream*
[4] *Upstream*
[5] *Wall - mart*
[6] *Barilla*
[7] *Pasta*
[8] *Agent*
[9] *Interactive optimization problem*
[10] *Static game*
[11] *Dynamic game*

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

صفر[3] و یا غیر صفر، بازی با اطلاعات کامل[4] و یا با اطلاعات ناقص[5] و... . در یک طبقه بندی، بازیها به بازیهای ایستا و پویا دسته بندی می شوند. در بازیهای ایستا، بازیکنان استراتژی های خود را هم زمان انتخاب می کنند این همزمانی الزاماً به این معنا نیست که بازیکنان باید در یک زمان تصمیم بگیرند بلکه بیشتر به این مفهوم است که هر کدام از بازیکان در زمان انتخاب استراتژی خود از تصمیم سایر بازیکنان بی اطلاعند. در بازیهای پویا بازیکنان استراتژی های خود را به صورت متوالی انتخاب می کنند و هر بازیکن باید بعد از انتخاب بازیکن قبلی، انتخاب خود را انجام دهد[۲۱].

شاید ساده ترین نوع بازی پویا را بتوان بازی استاکلبرگ دانست. در مدل استاکلبرگ، بازیکن یک (رهبر[6] بازی) در مرحله اول استراتژی خود را انتخاب می کند و و بازیکن دو(پیرو[7] بازی) با مشاهده این تصمیم استراتژی خود را انتخاب می کند. از آنجا که در بسیاری از مدل های زنجیره تامین، اجزاء بالا دستی زنجیره (به عنوان مثال عمده فروشان) دارای قدرت بیشتری نسبت به قسمت های پایین دستی هستند مفهوم بازی استاکلبرگ کاربرد زیادی در زنجیره تامین پیدا کرده است[۱۱]. حالتیکه زنجیره تامین تحت تسلط یکی از اجزاء به عنوان مثال تامین کننده باشد به صورت مدل استاکلبرگ و حالتیکه قدرت اجزاء زنجیره تامین یکسان باشد به صورت بازی با حرکت همزمان مدل سازی می شود[۱۲]. منظور از قدرت در زنجیره تامین توانایی تاثیر گذاری/کنترل تصمیمات یکی از اجزاء بر تصمیم سایر اجزاء زنجیره است.

۳-۱. نوآوری های مقاله

زنجیره تامین مورد نظر در این مقاله شامل یک فروشنده و چندین خرده فروش است. فرض کرده ایم که فروشنده رهبر بازی می باشد و سایر بازیکنان (خرده فروش ها) پیروان وی می باشند و بنابراین مسئله را به صورت بازی استاکلبرگ مدل سازی کرده و به تحلیل های عمیقی در مورد سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده خواهیم پرداخت.

بررسی زنجیره تامین تحت استراتژی مدیریت موجودی توسط فروشنده و در حالت یک فروشنده و چند خرده فروش، توسط دارویش و اوداه انجام گرفته است[۱۳]. در این مقاله کار این محققان را از جهات زیر توسعه داده ایم: (۱) سیستم مورد بررسی آنها یک سیستم یکپارچه (متمرکز) و در واقع شامل یک تصمیم گیرنده بوده است و بنابراین آنها برای تحلیل عملکرد سیستم از تئوری بازیها استفاده نکرده اند. در این مقاله ضمن مدل سازی ساختار متمرکز زنجیره تامین، ساختار غیر متمرکز را نیز مدل سازی می کنیم. تشریح عملکرد ساختار غیر متمرکز براساس بازی استاکلبرگ و تعادل مربوط به این بازی انجام گرفته است. (۲) تقاضا در مدل آنها به صورت قطعی در نظر گرفته شده است. در این مقاله، تقاضا تابعی از قیمت در نظر گرفته می شود (۳) وارد کردن برخی پارامترها همانند کمبود موجودی در انبار خرده فروش ها و هزینه های حمل و نقل در این مقاله.

علاوه بر نوآوری های فوق از جهت مدل سازی، از جهت تحلیل های عددی نیز می توان گفت، در این مقاله ساختارهای متمرکز و غیر متمرکز را به صورت گسترده و با تولید اعداد تصادفی مقایسه کرده ایم. براساس بررسی های نویسندگان این مقاله، کارهای تحقیقاتی کمی وجود دارد که به مقایسه عملکرد ساختار متمرکز و غیر متمرکز به صورت گسترده و با تولید اعداد تصادفی پرداخته باشد که از این نمونه می توان به کار گوان و زهاو[۱۴] اشاره داشت. در اکثر بررسی های انجام گرفته در زمینه سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده، ساختار متمرکز و غیر متمرکز تنها برای یک و یا چند مورد محدود مورد مقایسه قرار گرفته است[۱۵]. بنابراین نتایج حاصله از این مقاله را می توان با اطمینان بیشتری به شرایط مشابه تعمیم داد. همچنین تحلیل حساست سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده با ارائه جداول و نمودار های لازم انجام گرفته است.

ادامه مقاله به این صورت می باشد: بخش ۲ به مرور ادبیات موضوع اختصاص داده شده است. بخش ۳ به معرفی نمادها و فرضیات مدل مربوط می شود. بخش ۴ به محاسبه هزینه های زنجیره تامین می پردازد. در بخش های ۵ و ۶ به ترتیب زنجیره های تامین متمرکز و غیر متمرکز را مدل سازی می کنیم. در بخش ۷ به تحلیل حساسیت سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده خواهیم پرداخت. بخش ۸ به مقایسه عملکرد زنجیره تامین در حالت غیر متمرکز با حالت متمرکز اختصاص دارد و سرانجام در بخش ۹ نتیجه گیری خواهیم کرد.

۲. ادبیات موضوع

از آنجا که مبحث مدیریت موجودی توسط فروشنده بسیار گسترده است در این قسمت صرفاً منابعی را ذکر کرده ایم که به نحوی به کاربرد تئوری بازیها در زنجیره تامین و مبحث مدیریت موجودی توسط فروشنده مرتبط باشند. شاید بتوان کاچون را نخستین محققی دانست که نقش تئوری بازیها را در تحلیل زنجیره تامین مورد بررسی قرار داده است[۱۱]. کاچون شاخه

[1] *Cooperative*
[2] *None cooperative*
[3] *Zero sum game*
[4] *Perfect information*
[5] *Imperfect information*
[6] *Leader*
[7] *Follower*

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

های مختلف این تئوری و کاربرد آن در تحلیل زنجیره تامین را به صورت گسترده تحلیل کرده است. علاوه بر این ناگاراجان و سوسیک[۱۶] و فیستراس و همکاران[۱۷] کاربرد تئوری بازیها را در مدیریت زنجیره تامین تحلیل و بررسی کرده‌اند. علاوه بر منابع فوق که به مرور کلی کاربردهای تئوری بازیها در زنجیره تامین پرداخته اند محققان بسیاری از این تئوری برای تحلیل زنجیره تامین استفاده کرده اند. یوگانگ یو و همکاران از تئوری بازی استاکلبرگ برای تحلیل سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده در حالتیکه تولید کننده رهبر بازی باشد استفاده کرده اند [۵].

المهداو و مانتینی تئوری بازی استاکلبرگ را برای مقایسه سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده در حالتیکه تولید کننده رهبر بازی باشد با موقعیتی که یکی از خرده فروش ها رهبر و تولید کننده و سایر خرده فروش ها پیروان وی باشند به کار برده‌اند[۱۵].

بیشسکو و فری موقعیتی را که تامین کننده در زنجیره تامین دارای قدرت بیشتری باشد را براساس بازی استاکلبرگ تحلیل کرده و به مقایسه عملکرد زنجیره تامین متمرکز و غیر متمرکز پرداخته اند اما استراتژی مدیریت موجودی توسط فروشنده مورد نظر آنها نبوده است[۱۲]. یوان کین و همکاران به بررسی زنجیره تامینی شامل یک تامین کننده و یک فروشنده در حالیکه تقاضا تابعی کاهشی از قیمت می باشد پرداخته اند. آنها از بازی استاکلبرگ برای تحلیل زنجیره تامین استفاده کرده و از قرار دادهای تخفیف قیمت و فرانچایز[1] برای ایجاد هماهنگی در زنجیره تامین استفاده کرده اند[۱۸].

علاوه بر بازی استاکلبرگ، شاخه های دیگر این تئوری نیز برای تحلیل زنجیره تامین مورد استفاده قرار گرفته است. یو و هوانگ [۱۰] از بازی نش برای تحلیل سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده استفاده کرده اند. زنجیره تامین مورد بررسی سه سطحی و شامل چندین تامین کننده، یک تولید کننده و چندین خرده فروش است. یو و همکاران [۶] چگونگی روند تکامل سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده را با استفاده از مفهوم بازیهای تکاملی مورد بررسی قرار داده‌اند آنها نتیجه گرفته اند که در مراحل اولیه تکامل سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده ممکن است که تامین کننده با کاهش سود مواجه شود اما با گذشت زمان، تمام شرکاء این سیستم متنفع می شوند.

گوان و زهاو[۱۴] از رویکرد چانه زنی[2] برای تحلیل سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده که شامل یک فروشنده و یک خرده فروش است بهره گرفته اند و دو سناریوی مختلف را در اجرای سیستم فوق بررسی کرده اند. زنجیره تامین مفروض در این مقاله شامل یک فروشنده و چندین خرده فروش است و با فرض رهبر بودن فروشنده از تئوری بازی استاکلبرگ برای تحلیل سیستم استفاده می شود.

۳. فرضیات و نمادها

اندیس مربوط به خرده فروش ها، i=1,2,…,n	i
تعداد خرده فروش ها در زنجیره تامین	n
ثابت بودن تغییرات	$cons$
نرخ تقاضا برای خرده فروش iام که تابعی از قیمت کالا p_i است.	$D_i(p_i)$
نرخ تقاضا برای فروشنده ($D=\sum_{i=1}^{n} D_i$)	D
مقدار سفارش دهی فروشنده	Q
اندازه انباشته ارسالی به خرده فروش iام	q_i
مقدار کل محصولی که فروشنده در هر بار به تمام خرده فروش ها ارسال می کند. ($q=\sum_{i=1}^{n} q_i$)	q
زمان سیکل فروشنده	T
زمان سیکل خرده فروش iام	T_i
زمان سیکل یکسان برای خرده فروش ها	T_R
هزینه حمل محصول از تولید کننده به خرده فروش iام ($/unit)	Φ_i
هزینه خرید هر واحد محصول توسط فروشنده ($/unit)	cm
هزینه‌های نگهداری محصول در انبار خرده فروش iام ($/unit/time)	H_{bi}
هزینه‌های نگهداری موجودی در انبار فروشنده ($/unit/time)	H_v
هزینه های سفارشات تاخیر شده در انبار خرده فروش iام ($/unit/time)	L_{bi}
کشش قیمت نسبت به تقاضا برای خرده فروش iام	e_i
مقیاس بازار برای خرده فروش iام($/time)	k_i
هزینه‌های ثابت سفارش‌دهی مربوط به خرده‌فروش iام ($/order)	S_{bi}
هزینه های ثابت سفارش دهی فروشنده ($/order)	S_v
هزینه های موجودی که خرده فروش iام به فروشنده پرداخت می‌کند ($/unit/time)	ζ_i
سود فروشنده ($/time)	π_v
سود خرده فروش iام($/time)	π_i

[1] *Franchise*
[2] *Bargaining*

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

سود کل سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده (شامل سود فروشنده و مجموع سود خرده فروش‌ها) ($/time) π_t

متغیرهای تصمیم فروشنده :

درصد از زمان که انبارخرده فروش i ام خالی از موجودی است b_i

مقدار کالای ارسالی در هر مرتبه سفارش دهی به خرده فروش iام q_i

تعداد دفعات ارسال کالا به هر کدام از خرده فروش ها در زمان سیکل فروشنده(T) N

قیمت عمده فروش ($/unit) cp

متغیر تصمیم خرده فروش:

قیمت خرده فروش ($/Unit) p_i

همچنین سایر نمادهای لازم در قسمت‌های مربوطه معرفی خواهند شد.

فرضیات مدل

فرضیات مورد نظر در مدل ها به صورت زیر می باشند:

۱- یک فروشنده داریم و چند خرده فروش. فروشنده یک نوع محصول را از یک منبع خارجی و با هزینه ثابت cm، تامین می‌کند. ظرفیت انبارهای فروشنده برای نگهداری محصول نامحدود فرض می شود. خرده فروش‌ها از هم مستقلند و در فروش محصول با هم رقابت نمی‌کنند(به عنوان مثال در نواحی جغرافیایی مختلفی قرار دارند). نرخ تقاضا برای هر خرده فروش تابعی کاهشی از قیمت کالا است و فرض می شود می توان آنرا براساس تابع کوب داگلاس[1] به صورت زیر بیان کرد.

$$D_i(p_i) = k_i p_i^{-e_i} \quad ,i = 1,...,n, \ e_i > 1 \qquad (۱)$$

K_i و e_i به ترتیب مقیاس بازار[2] وکشش تقاضا[3] را برای خرده فروش iام بیان می‌کنند. تابع کوب داگلاس تابع معروفی برای بیان رابطه بین تقاضا و قیمت می باشد و توسط نویسندگان مختلف مورد استفاده قرار گرفته است[۵ ، ۱۵،۱۹و۲۰].

۲- براساس استراتژی مدیریت موجودی توسط فروشنده، خرده فروش ها باید اطلاعات بازار فروش خود را، صادقانه در اختیار فروشنده قرار دهند.

این فرض خود شامل دو قسمت است بخش اول بیان می کند که خرده فروش ها باید اطلاعات خود را در اختیار فروشنده قرار دهند که این بنابر ذات سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده است و در واقع یکی از ارکان این سیستم اشتراک اطلاعات میان فروشنده و خرده فروش ها است. بخش دوم این فرض بیان می کند که خرده فروش ها در این کار صداقت دارند یعنی جهت رسیدن به سود بیشتر تمایل ندارند که اطلاعات مربوط به بازار فروش و یا موجودی های خود را نادرست نشان دهند. اینکه چه اتفاق می افتد که خرده فروش ها در ارسال اطلاعات صداقت را رعایت نکنند توسط نویسندگان مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است[۱۴].

اما بررسی این موضوع خارج از حیطه این مقاله است و نیازمند ابزارهایی همانند بحث تئوری بازیها با اطلاعات ناقص است. نکته آخر که می توان در مورد این فرض عنوان کرد این است که با توجه به اینکه در استراتژی VMI طرفین معمولاً تمایل به ارتباط طولانی مدت با هم دارند (فرض ۶ را ملاحظه بفرمایید) اشتراک اطلاعات و صداقت طرفین در این کار چندان دور از انتظار نیز نیست.

۳- زنجیره تامین به صورت دو سطحی در نظر گرفته می شود و فروشنده وظیفه کنترل موجودی در دو ناحیه را برعهده دارد:

- انبار محصول خود
- انبار محصول خرده فروش ها

۴- فرض می شود که فروشنده محصول را همزمان به تمام خرده فروش ها ارسال می کند. این فرض منطقی است زیرا براساس استراتژی مدیریت موجودی توسط فروشنده، فروشنده در مورد زمان و مقدار سفارش دهی محصول تصمیم می گیرد. به عبارت دیگر براساس این فرض خواهیم داشت:

$$T_1 = T_2 = ... = T_n$$

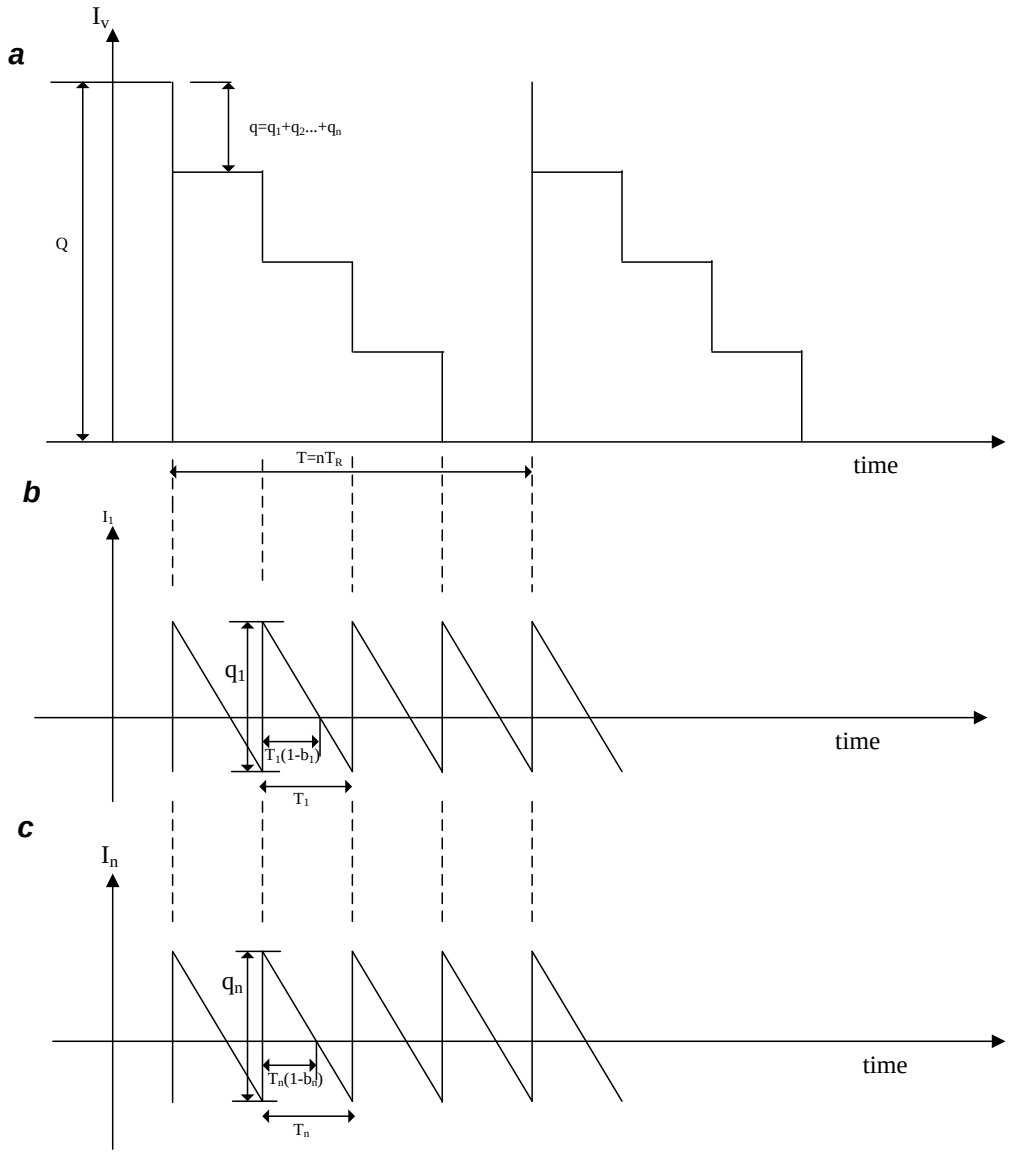
شکل ۱ نمودار سیستم های موجودی زنجیره تامین مفروض را نشان می دهد. با مراجعه به این شکل تاثیر این فرض بر عملکرد زنجیره تامین واضح می شود.

۵- رابطه فروشنده و خرده فروش ها رابطه رهبر – پیرو[4] است به این معنی که فروشنده رهبر بازی و خرده فروش ها پیروان وی می باشند.

۶- فرض می شود که هر دو طرف فروشنده و خرده فروش به روابط بلند مدت با هم علاقه مند هستند. رویکرد VMI چنین رابطه ای را تقویت می کند زیرا خرده فروش ها به مشارکت با فروشنده ای دیگر به دلیل هزینه های بالا این تغییرکمتر تمایل دارند. با وجود اینکه این امکان وجود دارد که خرده فروش ها با هم متحد شده و به صورت یک بازیکن[5] منفرد عمل کنند اما در مدل ارائه شده این حالت را در نظر نمی گیرم.

1 Cobb- Douglase
2 Market Scale
3 Demand Elasticity
4 Leader-follower
5 Player

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]



شکل ۱. نمودار کنترل موجودی در مقابل زمان برای فروشنده، خرده فروش ۱و خرده فروش n

۴. محاسبه توابع هزینه زنجیره تامین

در این قسمت به محاسبه هزینه های زنجیره تامین خواهیم پرداخت. هزینه های زنجیره تامین را به دو دسته کلی هزینه های مستقیم (TDC) و هزینه های غیر مستقیم (TIC) دسته بندی می کنیم. هزینه های خرید محصول از تامین کننده و هزینه حمل محصول به خرده فروش ها را هزینه های مستقیم و هزینه های سیستم های موجودی زنجیره تامین را هزینه های غیر مستقیم می نامیم. محاسبه این هزینه ها، فرایند مدل سازی را تسهیل می کند چون با کسر کردن این هزینه ها از درآمد زنجیره تامین در هر حالتی می توان سود زنجیره تامین را محاسبه کرد.

همانطور که در فرضیات مطرح شد، فروشنده یک نوع محصول را با هزینه ثابت cm برای هر واحد، از یک تامین کننده خارجی دریافت می کند و هزینه هر بار سفارش دهی فروشنده S_v است. همچنین فروشنده محصول را به طور همزمان به خرده فروش ها ارسال کرده و به عبارت دیگر سیکل بازپرسازی برای تمام خرده فروش ها یکسان است. بنابراین داریم:

$$T_R=T_1=T_2=\ldots=T_n \qquad (۲)$$

از طرفی واضح است که:

$$T_i=q_i/D_i(p_i) \qquad (i=1,\ldots,n) \qquad (۳)$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$T_R=q_i/D_i(p_i)=q_1/D_1(p_1) \qquad (۴)$$

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

از طرف دیگر برای سیکل بازپرسازی فروشنده داریم:

$$T=NT_R=Nq_1/D_1(p_1) \quad (۵)$$

با بیان این مقدمات به محاسبه هزینه های سیستم خواهیم پرداخت.

هزینه های مستقیم در واحد زمان:

$$TDC=\sum_{i=1}^{n}D_i(p_i)(cm+\Phi_i) \quad (۶)$$

هزینه های غیر مستقیم در واحد زمان:

محاسبه هزینه های غیر مستقیم اندکی مشکل تر است. اما با دقت در سطح زیر نمودار ها شکل ۱ و با توجه به بحث مقدماتی که در ابتدای این بخش شد به محاسبه این هزینه های خواهیم پرداخت.

هزینه های نگهداری موجودی که فروشنده در انبار خود در هر سیکل،T، متحمل می شود برابر است با:

$$H_v\left[(N-1)q^2/D+(N-2)q^2/D+...+q^2/D\right]= H_v\frac{N(N-1)q_1^2D}{2D_1(p_1)^2} \quad (۷)$$

هزینه های سفارش دهی کل در هر سیکل،T، برابر است با

$$S_v+N\sum_{i=1}^{n}S_{bi} \quad (۸)$$

هزینه های نگهداری و کمبود موجودی در انبار خرده فروش ها در واحد زمان برابر است با (اثبات در پیوست۱):

$$\frac{q_1}{2D_1(p_1)}\sum_{i=1}^{n}\left[D_i(p_i)(1-b_i)^2H_{bi}+D_i(p_i)b_i^2L_{bi}\right] \quad (۹)$$

رابطه های ۷ و ۸ را بر T تقسیم کرده و سپس مقدار T را از رابطه ۵ جایگزین رابطه حاصله کرده و سپس رابطه ۹ را به آن اضافه می کنیم در نتیجه به رابطه زیر می رسیم که کل هزینه سیستم موجودی در واحد زمان (مجموع هزینه های غیر مستقیم) را نشان می دهد:

$$TIC=\frac{q_1}{2D_1(p_1)}\left(\sum_{i=1}^{n}\left(D_i(p_i)(1-b_i)^2H_{bi}+D_i(p_i)b_i^2L_{bi}\right)\right)+ H_v\frac{(N-1)q_1D}{2D_1(p_1)}+\left(S_v+N\sum_{i=1}^{n}S_{bi}\right)\frac{D_1(p_1)}{Nq_1} \quad (۱۰)$$

۵. زنجیره تامین متمرکز

همانطور که در مقدمه در مورد ساختارهای زنجیره تامین عنوان شد در ساختار متمرکز فرض می شود که یک تصمیم گیرنده مرکزی وجود دارد که به تمام اطلاعات سیستم دسترسی دارد، تمامی هزینه های سیستم را متحمل شده و همچنین سود سیستم نصیب این تصمیم گیرنده می شود. هر چند که زنجیره تامین متمرکز یک حالت ایده ال و تقریباً دست نیافتنی است اما ما از این ساختار و عملکرد آن به عنوان معیاری برای سنجش عملکرد سیستم در حالت غیر متمرکز بهره می گیریم[۱۴].

با در نظر گرفتن هزینه های مستقیم و غیر مستقیم محاسبه شده در قسمت ۴ عملکرد بهینه سیستم را می توان براساس مدل برنامه ریزی غیر خطی مختلط عدد صحیح[1] (MINLP) زیر که آن را L1 می نامیم، تعیین کرد.

$$(L1)\ \ Max\ \pi_t=\sum_{i=1}^{n}D_i(p_i)(p_i)-TDC-TIC$$
$$s.t.\quad p_i>cm\ \ ,i=1,...,n$$
$$0\le b_i\le 1\ \ ,i=1,...,n$$
$$N\ge 0,\text{integer}$$

تابع هدف مدل سود کل سیستم را حداکثر می کند. محدودیت اول یک محدودیت منطقی است که قیمت فروش محصول را بیشتر از هزینه های خرید اولیه قرار می دهد. محدودیت دوم مقادیر b_i را در فاصله صفر و یک تعریف می کند که با تعریفی که از b_i داشتیم یک محدودیت بدیهی است و سرانجام محدودیت آخر N را به صورت عدد صحیح تعریف می کند.

۶. زنجیره تامین غیر متمرکز

با توجه به بحثی که در مورد تئوری بازی استاکلبرگ داشتیم برای تحلیل وضعیت سیستم در حالت غیر متمرکز و با فرض رهبر بودن فروشنده، از این تئوری استفاده می کنیم. خرده فروش i ام $(i=1,...,n)$ به عنوان پیرو بازی مسئله زیر را بهینه سازی می کند.

$$(F_i)\ \ Max\ \ \pi_i(p_i)=(p_i-cp-\zeta_i)D_i(p_i)\quad i=1,...,n$$
$$s.t.\qquad p_i\ge cp+\zeta_i$$

قضیه ۱. مقدار بهینه p_i $(i=1,...,n)$ برابر است با

$$p_i^*=\frac{(cp+\zeta_i)e_i}{e_i-1}$$

اثبات.

$$\frac{d\pi_i}{dp_i}=(1-e_i)k_ip_i^{-e_i}+e_i(cp+\zeta_i)k_ip_i^{-(e_i+1)},i=1,...,n$$

[1] *Mixed integer nonlinear programming*

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

از طرفی $\frac{d^2\pi_i}{dp_i^2}<0$ بنابراین تابع π_i اکیداً مقعر است و مقدار بهینه p_i با برابر صفر قرار دادن مشتق محاسبه می شود.

$$\frac{d\pi_i}{dp_i}=0 \Rightarrow p_i^*=\frac{(cp+\zeta_i)}{e_i-1}e_i$$

توجه داشته باشید که اولاً براساس فرضیات مدل، $e_i>1$ بنابراین مقدار بهینه p_i به طور خودکار در محدودیت ها نیز صادق است و ثانیاً، خرده فروش ها نمی تواند به طور مستقیم مقدار p_i^* را محاسبه کند زیرا p_i^* تابعی از cp است که مقدار آن توسط فروشنده تعیین می شود. اما توجه به این رابطه به ویژه در تحلیل های عددی که در مورد مدل ها انجام خواهیم داد ارزشمند است.
درآمد کل فروشنده در واحد زمان برابر است با:

$$\sum_{i=1}^{n} D_i(p_i)(cp+\zeta_i) \qquad (۱۱)$$

در بخش ۴ به محاسبه هزینه های سیستم (هزینه های مستقیم و غیر مستقیم) پرداختیم از آنجا که براساس استراتژی مدیریت موجودی توسط فروشنده، فروشنده وظیفه کنترل موجودی در تمام سیستم را بر عهده دارد در نتیجه در ساختار غیر متمرکز تمام این هزینه برعهده فروشنده می باشد. بنابراین فروشنده به عنوان رهبر بازی مسئله زیر، V، را بهینه سازی می کند.

$$\begin{aligned}
(V)\ \ Max\ \ & \pi_v(N,cp,q_1,b_1,\ldots,b_n)= \\
& \sum_{i=1}^{n} D_i(p_i)(cp+\zeta_i)-TDC-TIC \\
s.t.\ \ & cp>cm, \\
& 0\le b_i\le 1\ \ ,i=1,\ldots,n \\
& N\ge 0,\ \text{integer}
\end{aligned}$$

برای یافتن نقطه تعادل استاکلبرگ[1] شرایط کروش- کان- تاکر[2](KKT) را برای مسئله خرده فروش ها به عنوان پیروان بازی نوشته و سپس آنرا در مسئله فروشنده جایگذاری می کنیم[۱۵]. فرایند تصمیم گیری در بازی استاکلبرگ به این صورت می باشد. در مرحله اول تولید کننده به عنوان رهبر بازی، تعداد دفعات پرسازی در هر سیکل، مقدار کالای ارسالی به هر کدام از خرده فروش ها، درصد سفارشات تاخیر شده هر کدام از خرده فروش ها و قیمت عمده فروش محصول را تعیین می کند. در مرحله دوم خرده فروش ها به عنوان پیروان بازی براساس نتایج تصمیمات فروشنده، سود خود را بهینه کرده و قیمت خرده فروش را تعیین می کنند. شرایط KKT برای مسئله خرده فروش iام (F_i) به صورت زیر می باشد.

$$\begin{aligned}
(K)\ \ & p_i-cp_i-\zeta_i\ge 0\perp r_i\ge 0, \\
& (1-e_i)k_i p_i^{-e_i}+e_i(cp_i+\zeta_i)k_i p_i^{-(e_i+1)} \\
& \qquad +r_i\le 0\perp p_i\ge 0,
\end{aligned}$$

در روابط فوق r_i متغیر دوگان متناظر با محدودیت خرده فروش iام است و $\perp$ برای نشان دادن رابطه متعامد بودن[3] بین متغیر دوگان و محدودیت متناظر با آن به کار برده می شود.
شرایط کان تاکر را با قرار دادن جریمه M برای تخلف از شرایط مکمل[4] وارد مسئله بهینه سازی فروشنده ،V، می کنیم. با حل مدل برنامه ریزی حاصله می توان نقطه تعادل استاکلبرگ و استراتژی مطلوب هر کدام از بازیکنان را مشخص کرد. بنابراین خواهیم داشت:

$$\begin{aligned}
(L2)\ \ Max\ \ & \pi_v(N,cp,q_1,b_1,\ldots,b_n,p_1,\ldots,p_n)= \\
& \sum_{i=1}^{n} D_i(p_i)(cp+\zeta_i)-TDC-TIC-M\sum_{i=1}^{n} r_i(p_i-cp-\zeta_i) \\
& +M\sum_{i=1}^{n} p_i\left[(1-e_i)k_i p_i^{-e_i}+e_i(cp+\zeta_i)k_i p_i^{-e_i-1}+r_i\right] \\
s.t.\ \ & cp>cm, \\
& P_i\ge cp+\zeta_i,\ \ i=1,\ldots,n \\
& 0\le b_i\le 1\ \ ,i=1,\ldots,n \\
& (1-e_i)k_i p_i^{-e_i}+e_i(cp+\zeta_i)k_i p_i^{-e_i-1}+r_i\le 0\ \ ,i=1,\ldots,n \\
& N\ge 0,\ \text{integer}
\end{aligned}$$

قضیه۲. مقادیر بهینه b_i $(i=1,\ldots,n)$ در مدل های L1 وL2 برابر است با $\frac{H_{bi}}{H_{bi}+L_{bi}}$.

اثبات:

$$\frac{\partial\pi_v}{\partial b_i}=\frac{q_1}{D_1(p_1)}\left[D_i(p_i)H_{bi}(1-b_i)-D_i(p_i)L_{bi}b_i\right]$$

$$\frac{\partial^2\pi_v}{\partial b_i^2}=-\frac{q_1}{D_1(p_1)}D_i(p_i)H_{bi}-D_i(p_i)L_{bi}<0$$

در نتیجه برای مقادیر ثابت b_j $(j=1,..,n\ ,\ j\neq i)$ ، q1، cp وn تابع π_v نسبت به b_i اکیداً مقعر می باشد و می توان مقدار بهینه b_i را با برابر صفر قرار دادن مشتق محاسبه کرد.

[1] *Stackelberg equilibrium*
[2] *Karush-Kuhn-Tucker*
[3] *Orthogonality*
[4] *Complementery condition*

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

$$\frac{\partial \pi_v}{\partial b_i} = 0 \Rightarrow b_i^* = \frac{H_{bi}}{L_{bi} + H_{bi}}$$

واضح است که مقدار b_i^* به طور خودکار در محدودیت مدل های L2 صادق است. اثبات در مورد مدل L1 عیناً به همین صورت می باشد.

۷. نتایج تحلیل های عددی

در این قسمت به ارائه یک سری تحلیل های عددی در مورد ساختار غیر متمرکز زنجیره تامین، تحت سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده (مدل L2)، خواهیم پرداخت و به ویژه تاثیر تغییر پارامترهای مدل را بر نتایج تصمیمات هر کدام از اجزاء سیستم (فروشنده و خرده فروش ها) بررسی می کنیم. برخی از تحلیل ها را در قالب جدول و برخی دیگر را در قالب نمودار معرفی خواهیم کرد.

تحلیل ها را در سه قسمتِ پارامترهای مربوط به سیستم فروشنده (قیمت خرید محصول) ، پارامترهای مربوط به بازار خرده فروش ها (شامل کشش قیمت نسبت به تقاضا و مقیاس بازار)، و سرانجام پارامترهای مربوط به سیستم موجودی (هزینه های نگهداری و سفارش دهی) پی می گیریم.

در بررسی هر پارامتر، تحلیل ها بر روی یکی از دو موردی که در جدول۱ مقادیر پارامترهای آن مشخص شده، انجام گرفته است. در تمام تحلیل ها این بخش، مقادیر قیمت ها بر حسب واحد پولی، سود برحسب ۱۰۰۰۰واحد پولی و مقدار پارامتر k برحسب ۱۰۰۰واحد گزارش شده است. تحلیل ها با نرم افزار Lingo12 انجام گرفته است.

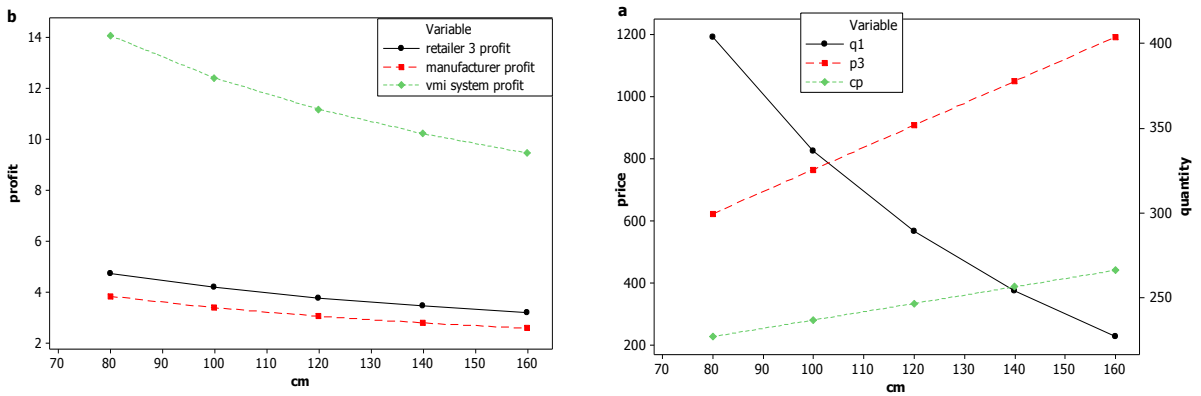
جدول ۱. پارامترهای مربوط به موارد بررسی شده (مقدار k_i برحسب ۱۰۰۰ واحد می باشد)

مورد	k_i	e_i	ζ_i	Φ_i	H_{bi}	L_{bi}	S_{bi}	H_v	S_v	cm
۱	۱۷۰	۱/۷	۱۵	۱۴	۵	۱۰۰	۲۰	۱	۱۶۰	۱۵۰
	۳۸۰	۱/۷	۷	۵	۸	۲۰۰	۲۰			
	۲۶۰	۱/۶	۱۲	۱۵	۸	۳۰۰	۳۰			
۲	۲۷۰	۱/۷	۷	۶	۸	۴۰۰	۷۰	۲	۱۸۰	۱۶۰
	۲۸۰	۱/۶	۱۲	۱۱	۶	۳۰۰	۱۳۰			
	۳۶۰	۱/۶	۶	۷	۵	۳۰۰	۳۰			

۱. هزینه خرید محصول، cm

شکل ۲ تاثیر تغییر در قیمت خرید محصول را نشان می دهد. ملاحظه می شود که با کاهشcm سود خرده فروش ها (در اینجا سود خرده فروش ۳ به عنوان نمونه انتخاب شده است)، سود فروشنده و به طبع آن سود کل سیستم افزایش می یابد. همچنین با کاهش cm، قیمت های خرده فروش و عمده فروش کاهش می‌یابند در حالیکه مقدار کالای ارسالی به خرده فروش یک در هر مرتبه، q_1، افزایش می یابد. با توجه به رابطه بین q و مقادیر تقاضا (رابطه ۴) می توان نتیجه گرفت که با کاهش cm مقدار محصول ارسالی به تمام خرده فروش در هر مرتبه، افزایش می یابد. بنابراین در حالت کلی خواهیم داشت:

$$cm \downarrow cp \downarrow p_i \downarrow D_i \uparrow q_i \uparrow \pi_i \uparrow \pi_m \uparrow \pi_t \uparrow$$



شکل ۲. (a) تاثیر پارامتر cm بر قیمت خرده فروش ۳ و قیمت عمده فروش (b) تاثیر پارامتر cm بر سود تولید کننده، خرده فروش ۳ و سود کل سیستم، مقادیر سود بر حسب ۱۰۰۰۰ واحد پولی می باشد(مورد ۲).

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

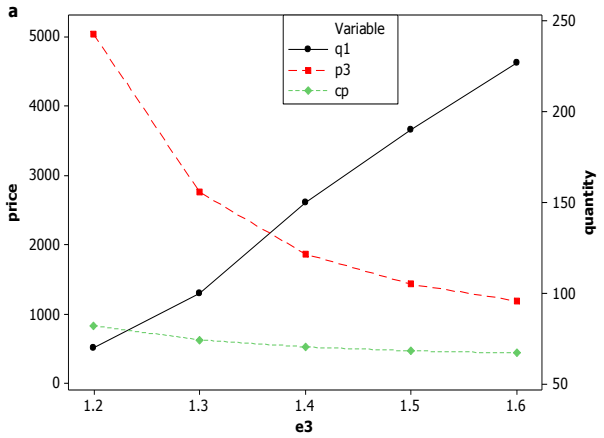
۲. پارامترهای مربوط به بازار خرده فروش ها

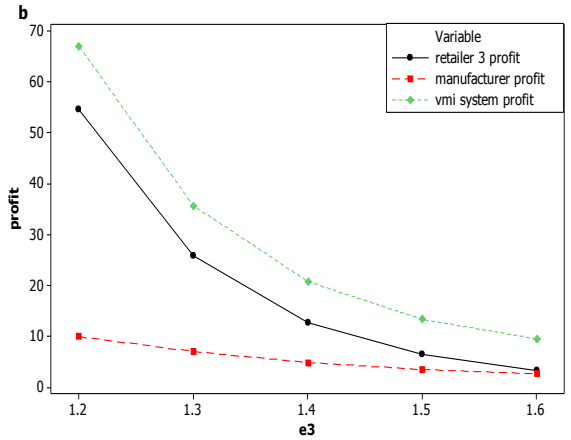
- کشش قیمت نسبت به تقاضا

در شکل ۳ تاثیر پارامتر e_3 (کشش قیمت نسبت به تقاضا برای خرده فروش ۳) را بر عملکرد سیستم VMI ملاحظه می کنید. همانطور که می بینید با کاهش e_3 سود اجزاء سیستم و همچنین قیمت های عمده فروش و خرده فروش افزایش می یابد. با کاهش e_3 مقدار q_1 کاهش می‌یابد. توجه داشته باشید که هر چند بازار خرده فروش ها از هم مستقل در نظر گرفته شده اند اما به دلیل تاثیر تغییر پارامتر e_3 بر عملکرد فروشنده، می توان نتیجه گرفت که تغییر در این پارامتر به طور غیر مستقیم، عملکرد سایر خرده فروش ها را نیز تحت تاثیر قرار می دهد و در واقع با کاهش e_3 قیمت های سایر خرده فروش افزایش و به طبع آن تقاضای آنها کاهش می یابد و با کاهش تقاضا مقدار انباشته ارسالی به آنها نیز کاهش می یابد. اما با توجه به رابطه (۱) در مورد جهت تغییرات تقاضا برای خود خرده فروش ۳ نمی توان اظهار نظر قطعی کرد. بنابراین در حالت کلی می توان گفت:

$$e_i \downarrow \quad cp \uparrow \; p_i \uparrow \; \pi_i \uparrow \; \pi_m \uparrow \; \pi_t \uparrow$$

$$e_i \downarrow cp \uparrow \; p_j \uparrow \; D_j \downarrow q_j \downarrow \pi_j \downarrow (j \neq i)$$





شکل ۳. (a) تاثیر پارامتر e_3 برقیمت خرده فروش ۳، قیمت عمده فروش و مقدار q_1 (b) تاثیر پارامتر e_3 برسود تولید کننده، خرده فروش ۳ و سود کل سیستم ، مقادیر سود برحسب ۱۰۰۰۰ واحد پولی می باشد (مورد ۲).

- مقیاس بازار،K

در جدول ۲ تاثیر تغییر در مقیاس بازار برای خرده فروش ۱(مورد۱) را ملاحظه می کنید. همانطور که ملاحظه می شود پارامتر k دارای تاثیر زیادی بر سود اجزاء سیستم است در حالیکه تاثیر آن بر قیمت ها ناچیز و نامحسوس است. همچنین با افزایش k، مقادیر q_1 افزایش می یابد در حالیکه با توجه به ثابت بودن تقاضای سایر خرده فروش ها انتظار داریم که مقادیر q_i تقریباً ثابت باقی بماند. بنابراین در حالت کلی می توان گفت:

$$k_i \uparrow cp, p_i \cong cons \;\; D_i \uparrow q_i \uparrow \; \pi_i \uparrow \; \pi_m \uparrow \; \pi_t \uparrow$$

$$k_i \uparrow \; p_j, D_j, q_j, \pi_j, \cong cons \;\; (j \neq i)$$

به طور کلی می توان گفت پارامتر های مربوط به بازار خرده فروش ها و مخصوصاً کشش قیمت نسبت به تقاضا دارای تاثیر چشمگیری بر عملکرد سیستم می باشند.

جدول ۲. تاثیر تغییر در پارامتر k بر عملکرد سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده مقادیر سود بر حسب ۱۰۰۰۰واحد پولی می باشد(مورد ۱)

N	q_1	p_1	π_1	π_m	π_t	cp	k_1
۴	۶۹	۱۰۱۳	۰/۷۸۶۷۶	۱/۹۴۳۵۶	۶/۹۳۸۴۱	۴۰۲	۱۷۰
۴	۸۷	۱۰۱۲	۱/۰۱۹۵۹	۲/۰۴۱۱۲	۷/۲۷۴۳۳	۴۰۱	۲۲۰
۴	۱۰۶	۱۰۱۰	۱/۲۵۲۹۲	۲/۱۳۸۷۱	۷/۶۱۰۲۶	۴۰۱	۲۷۰
۴	۱۲۳	۱۰۰۸	۱/۴۸۶۶۸	۲/۲۳۶۳۲	۷/۹۴۶۲۲	۴۰۰	۳۲۰

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

۳. تاثیر تغییر در پارامترهای مربوط به موجودی

به طور کلی پارامتر های مربوط به موجودی از قبیل هزینه های نگهداری و هزینه های سفارش دهی دارای تاثیر کمی بر مقادیر سود و همچنین قیمت های هستند اما این پارامتر ها می توانند به میزان زیادی رویکرد کنترل موجودی به کارگرفته شده توسط فروشنده را تحت تاثیر قرار دهند. جدول ۳ تاثیر هزینه های نگهداری در سایت خرده فروش ها، H_{bi}، را بر عملکرد سیستم نشان میدهد. در هر مورد، مقادیر H_{bi} برای تمام خرده فروش ها به میزانی که در جدول مشخص شده از حالت پایه افزایش می‌یابد. به عنوان مثال با افزودن ۵ واحد به هزینه های نگهداری موجودی در سایت خرده فروش ها، مقدارN (تعداد دفعات پرسازی انبار خرده فروش ها در هر سیکل T) از ۴ به ۵ افزایش می یابد.

جدول ۳. تاثیر هزینه های نگهداری موجودی بر عملکرد سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده ، مقادیر سود برحسب ۱۰۰۰۰ واحد پولی می باشد (مورد ۱)

Hb_i	cp	π_t	π_m	π_1	p_1	q_1	N
base	۴۰۲	۶/۹۳۸۴۱	۱/۹۴۳۵۶	۰/۷۸۶۷۶	۱۰۱۳	۶۸	۴
۵	۴۰۴	۶/۹۱۹۵۸	۱/۹۳۵۳۲	۰/۷۸۴۹۸	۱۰۱۷	۵۳	۵
۱۰	۴۰۴	۶/۹۰۵۰۸	۱/۹۲۸۹۹	۰/۷۸۳۶۲	۱۰۱۹	۴۵	۶

۸. مقایسه عملکرد سیستم های متمرکز و غیر متمرکز

گوان و زهاو[۱۴] از رویکرد زیر برای مقایسه عملکرد زنجیره تامین غیر متمرکز با زنجیره تامین متمرکز استفاده کرده اند. اگر فرض کنیم که π_c سود سیستم در حالت متمرکز و π_d سود سیستم در حالت غیر متمرکز باشد آنگاه متغیر θ را به صورت زیر تعریف می کنیم.

$$\theta = \frac{\pi_d}{\pi_c} \qquad (۱۲)$$

مقدار پارامتر θ در فاصله صفر و یک قرار دارد و هرچه قدر مقدار این پارامتر به یک نزدیک تر باشد نشان دهنده نزدیک تر بودن سود سیستم به حالت متمرکز است. برای مقایسه عملکرد سیستم نسبت به حالت متمرکز، ۱۰۰ مورد داده به طور تصادفی در فواصلی که در جدول ۴ مشخص شده، تولید می کنیم و در هر مورد، مدل های L1 و L2 را اجرا کرده و مقدارθ را محاسبه می کنیم. دامنه تغییرات هر کدام از پارامترها، با توجه به توصیه محققان مختلف و تحلیل های مشابه که در مورد سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده انجام گرفته، انتخاب شده است[۵،۱۵و۱۹].

جدول ۵ مقایسه عملکرد سیستم در حالت متمرکز و غیر متمرکز را برای یک مورد از این ۱۰۰ مورد (مورد۱) نشان می دهد. به طور کلی می توان گفت عملکرد سیستم در حالت غیر متمرکز نسبت به حالت متمرکز بسیار متفاوت می باشد و علاوه بر کاهش سود هر کدام از اجزاء سیستم در حالت غیر متمرکز، قیمت های خرده فروش نیز به میزان زیادی با حالت متمرکز متفاوت می‌باشد.

نتایج حاصل نشان می دهد که مقدار متوسط θ، ۰/۷۹ و حداقل مقدار آن ۰/۵۵ می باشد. همچنین نتیجه حاصله از بررسی ۱۰۰ مورد تصادفی نشان می دهد که خرده فروش ۱ در حالت غیر متمرکز در بازار خود محصول را با قیمت حدود ۴برابر مقدار متناظر در حالت متمرکز می فروشد.

به طور کلی با توجه به اختلاف زیادی که بین عملکرد ساختارهای متمرکز و غیر متمرکز مشاهده شد به نظر می رسد که لازم باشد بین طرفین فروشنده و خرده فروش ها قراردادهای مناسبی طراحی شود به طوریکه عملکرد ساختار غیرمتمرکز هرچه ممکن است به حالت متمرکز نزدیک تر شود. این موضوع در واقع به بحث طراحی قراردادها در زمینه سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده مربوط می شود.

جدول ۴. دامنه تغییرات پارامترهای مدل

پارامتر	k_i	e_i	ζ_i
دامنه تغییرات	۱۵۰×۱۰^۴- ۴۰۰×۱۰^۴	۱/۲-۱/۷	۲-۱۵
گام تغییر	۱۰۰۰	۰/۱	۱

Hb_i	Lb_i	Sb_i	Φ_i
۵	۱۰۰-۵۰۰	۲۰-۱۵۰	۲-۱۵
۱	۱۰۰	۱۰	۱

H_v	S_v	cm
۱-۴	۱۰۰-۲۰۰	۵۰-۲۰۰
۱	۱۰	۱۰

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

جدول ۵. مقایسه عملکرد ساختارهای غیر متمرکز و متمرکز برای موارد ۱، مقادیر سود برحسب ۱۰۰۰۰ واحد پولی می باشد

متغیر تصمیم	n	q_1	cp	b_i	p_i	D_i	π_i	π_m	π_t	θ
		۱۵۳		۰/۰۴۷۶۲	۴۰۰	۶۴				
متمرکز	۴	۳۶۰		۰/۰۳۸۴۶	۳۸۰	۱۵۷			۹/۱۵۵	
		۳۵۷		۰/۰۲۵۹۷	۴۴۳	۱۵۱				
		۶۹		۰/۰۴۷۶۲	۱۰۱۳	۱۳/۲	۰/۷۸۶۷۶			
غیر متمرکز	۴	۱۵۹	۴۰۲	۰/۰۳۸۴۶	۹۹۴	۳۰/۵	۱/۷۸۲۶۲	۱/۹۴۳۵۶	۶/۹۳۸	۰/۷۶
		۱۸۵		۰/۰۲۵۹۷	۱۱۰۵	۳۵/۱	۲/۴۲۵۴۸			

۹. نتیجه گیری

مهمترین نوآوری ها و نتایج این مقاله را می توان به صورت زیر خلاصه کرد: (۱) مدل سازی سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده در حالت یک فروشنده و چند خرده فروش براساس تئوری بازی استاکلبرگ و بهره گیری از تعادل استاکلبرگ برای تشریح عملکرد سیستم (۲) ارائه تحلیل های حساسیت برای سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده. نتایج این تحلیل ها نشان داد که پارامترهای مربوط به بازار خرده فروش ها و مخصوصاً کشش قیمت نسبت به تقاضا، تاثیر چشمگیری بر سود اجزاء زنجیره تامین و قیمت های فروش محصول دارد. پارامتر های مربوط به سیستم های موجودی از قبیل هزینه های نگهداری و هزینه های سفارش دهی بر سود و قیمت های فروش محصول تاثیر محسوسی ندارند در حالیکه این پارامترها در برخی موارد رویکرد کنترل موجودی به کار گرفته شده توسط فروشنده را به میزان زیادی تحت تاثیر قرار می دهند. (۳) عملکرد زنجیره تامین متمرکز با زنجیره غیر متمرکز تحت استراتژی مدیریت موجودی توسط فروشنده، به صورت گسترده و با آوردن ۱۰۰ مورد داده تصادفی برای ورودی مدل ها مورد مقایسه قرار گرفت. نتیجه حاصل از این بررسی نشان داد که سود زنجیره در حالت غیر متمرکز در حدود ۷۹٪ سود زنجیره متمرکز است. همچنین در حالت غیر متمرکز خرده فروش ها محصول را با قیمت بسیار بیشتری نسبت به حالت متمرکز به مشتری نهایی می فروشند این امر تقاضای کل سیستم را کاهش داده و در نهایت منجر به کاهش سود زنجیره تامین می شود.

در نهایت این مقاله را می توان از جهات زیر توسعه داد: ۱- مدل سازی و تحلیل های انجام گرفته در این مقاله براساس یک سری فرضیات انجام گرفته است تغییر در هر کدام از این فرضیات و یا حذف برخی از آنها می تواند مدل سازی و نتایج تحلیل ها را تغییر دهد ۲- با توجه به تفاوت زیاد در عملکرد ساختار متمرکز و غیر متمرکز زنجیره تامین، بررسی و طراحی قراردادهای مناسب بین اعضاء زنجیره تامین در جهت کم کردن هر چه بیشتر این اختلاف می تواند موضوع جذابی برای یک تحقیق باشد و در واقع این موضوع به بحث طراحی قراردادها در زمینه سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده مربوط می شود. ۳- بررسی و اجرای مورد های عینی به جای آورن اعداد تصادفی برای ورودی مدل‌ها.

مراجع

[۱] عبدلی، قهرمان.، « نظریه بازیها و کاربرد ها آن (بازیها ایستا و پویا با اطلاعات کامل»، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، ، صفحه ۱-۲۲ ، چاپ دوم، ۱۳۸۷.

[2] Xiuhui, L., Qinan, W., "*Coordination Mechanisms of Supply Chain Systems*," European Jornal of Operational Reaserch, vol. 179, 2007, pp. 1-16.

[3] Choi, T.M., Duan, L., Houmin, Y., "*Mean-Variance Analysis of a Single Supplier and Retailer Supply Chain Under a Return Policy*," European Journal of Operational Research, vol. 184, 2008, pp. 356-376.

[4] Zhibing, L., Chen, C., Baoguang, X., "*Supply Chain Coordination with Insurance Contract*," European Journal of Operation Research,vol. 205, 2010, pp. 339-345 .

[5] Tyan, J., Hui-Ming, W., "*Vendor Managed Inventory: a Survey of the Taiwanes Grocery Industry*," Jornal of Purchesung and Supply Management,vol. 9, 2003, pp. 11-18.

[6] Yugang, Y., Feng, Ch., Haoxun, Ch., "*A Stackelberg Game and its Improvement in a VMI System with a Manufacturing Vendor*," European Journal of Operational Research, vol.192, 2009, pp. 929-048.

[7] Haisheng, Y., Amy, Z.Z., Lindu, Z., "*Analyzing the Evolutionary Stability of the Vendor - Managed Inventory Supply Chains,"* Computer & Industrial Engineering, vol. 56, 2009, pp. 274-282.

[8] R.D., Ortmeyer, G Buzzell, "*Channel Partnerships Streamline Distribution*," Sloan Management Review, vol. 36, 1995, pp. 85.

[9] Chalener,C., "*Tacking the VMI Step to Collaborative Commerce. Chemical Market Reporter"* , Vol. 258(21), 2000, pp.11-12.

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]

[10] Shah, B.J., "*ST, HP VMI Program Hitting its Striade*," Electronics Business News(EBN),vol 1309, 2002, pp. 42-43.

[11] Yugang, Y., George, Q.H., "*Nash Game Model for Optimizing Market Strategies, configuration of Platform Products in a Vendor Managed Inventory (VMI) Supply chain for product family*," European Journal of Operational Research, Vol 206, 2010, pp. 361-373.

[12]Cachon, P.G., Netessine, S., "*Game Theory in Supply Chain Analysis*," Handbook of Supply Chain Analysis in the eBusiness Era Kluwer Academic Publisher, USA, (2003).

[13] Bodang, C.Bichescu, Michael, J., Fry, "*A Numerical Analysis of Supply Chain Performance Under Split Decision Rights*", Omega The international journal of management science , Vol. 37, 2009, pp. 358-379.

[14] Darwish, M.A., Odah, M.O., *"Vendor Managed Inventory Model for Single-Vendor Multi-Retailer Supply Chains*", European Journal of Operational Research, Vol. 204, 2010, pp. 473-484.

[15] Zhao, X., Guan, R., "*On Contract for VMI Program with Continuous Review (r,Q) Policy*," European Journal of Operational Research, Vol. 207, 2010, pp. 656-667.

[16] Almehdawe, E., Mantin, B., "*Vendor Managed Inventory with Capacitated Manufacturer and Multiple Retailer: Retailer Versus Manufacturer Leadership*," Int.J.Produaction Economics, Vol. 128, 2010, pp. 292-302.

[17] Nagarajan, M., Sosic, G., "*Game-Theoretic Analysis of Cooperation Among Supply Chain Agents: Review and Extensions*", European Journal of Operational Research, Vol. 187, 2008, pp. 719-745.

[18] Fiestras, M.G., Garcia-Jurado, I., Meca, A., Mosquera, M.A., "*Cooperative Game Theory and Inventory Management*", European Journal of Operational Research, Vol. 210, 2010, pp. 459-466.

[19] Yiayn, Q., Huanwen, T., Chonghui. G., "*Channel Coordination and Volume Discounts with Price-Sensetive Demand",* Int.J.Production Economics , vol. 105, 2007, pp.43-55.

[20] Yuagang, Y., George, Q., Liang, L., "*Stackelberg Game-Theoretic Model for Optimizing Advertising, Pricing and Inventory Policies in Vendor Managed Inventory(VMI) Production Supply Chains*," Computer & Industrial Engineering, Vol. 57, 2009, pp. 368-382.

[21] Lau, A., Lau, H., Zhou, Y., "*A Stochastic and Asymmetric-Information Framework for a Dominant-Manufacturer Supply Chain",* European Journal of Operational Researc, Vol. 176, 2007, pp.295–316.

[Downloaded from www.iust.ac.ir on 2025-07-23]