

# تعیین سیاست هماهنگ تولید و سفارش در زنجیره‌ای شامل یک خریدار و یک فروشنده با تقاضای تصادفی

داود جعفری<sup>۱</sup>، سید محمد معطر حسینی<sup>۲</sup>، محمد حسین فاضل زرندی<sup>۳</sup>

## چکیده:

هماهنگ سازی، یکی از ارکان مهم در مدیریت یک زنجیره تامین به منظور افزایش توان رقابتی، برای باقی ماندن در بازار می باشد. هماهنگ سازی بر اساس مذاکره برای تدارک و تولید در زنجیره خریدار-فروشنده، از مباحث مورد توجه تحقیقاتی به خصوص در سیستمهای نوین می باشد. روشهای مختلفی همچون تخفیف، کمینه سازی متغیرهای تابع هابی که هزینه های کل زنجیره را در بر گرفته اند و مواردی از این نوع توسعه داده شده است. در این مقاله، مدل های ریاضی جهت مدلسازی تصمیمات مستقل و توأم اعضاء زنجیره ای شامل یک خریدار و یک فروشنده به منظور تعیین اندازه اقتصادی سفارش و تولید با تقاضای تصادفی ارائه شده است. مقاله حاضر، به دنبال گسترش سازوکاری جهت مذاکره و انتخاب بهترین تصمیم از بین تصمیمات خلق شده در طی فرایند تصمیم گیری است. روش پیشنهادی بر اساس سازوکار تخفیف می باشد و مدل های خلق و ارزیابی پیشنهاد به منظور مذاکره بین اعضاء زنجیره برای هر یک از آنها تشریح شده است. همچنین نتایج عددی ارائه شده، بیانگر عملکرد موثر مدل و سازوکار هماهنگ سازی با توجه به تغییر در پارامترهای تصمیم گیری است.

## کلمات کلیدی:

زنجیره تامین، هماهنگ سازی، یک خریدار-یک فروشنده، تدارک-تولید، تقاضای تصادفی، سازوکار تخفیف

## *Coordination of Production/ Order Policy for a Single Vendor Single Buyer chain with stochastic demand*

D. Jafari; S.M. Moattar Husseini; M.H. Fazel Zarandi

### ABSTRACT

Coordination is an important function in supply chain management (SCM) to provide better competitive capability of the chain. Coordination through vendor-buyer negotiation is an area which has received great research attention in particular in modern systems. In this study, a number of methods, including those based on price discount and cost minimization models have been suggested in the literature. Mathematical models developed to determine economic order/production lot size for a "single vendor single buyer" stochastic demand situation are proposed. These models consider both independent and joint decisions for chain member. Through considering price discounts it is suggested a vendor buyer coordination mechanism to reach the most appropriate decision. For this, a solution algorithm has been detailed in the paper. Numerical study is also provided to illustrate the effectiveness of the proposed method.

### KEYWORDS

Supply Chain, Coordination, Single Vendor/Single Buyer, Production-Order, Stochastic Demand, Discount Mechanism.

E-mail: d\_jafari2000@yahoo.com

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی امیر کبیر

E-mail: [moattarh@aut.ac.ir](mailto:moattarh@aut.ac.ir)

<sup>۲</sup> دانشیار دانشکده مهندسی صنایع- دانشگاه صنعتی امیرکبیر

E-mail [zarandi@aut.ac.ir](mailto:zarandi@aut.ac.ir), [mohammad.fazelzarandi@utoronto.ca](mailto:mohammad.fazelzarandi@utoronto.ca)

<sup>۳</sup> دانشیار دانشکده مهندسی صنایع- دانشگاه صنعتی امیر کبیر



کسب و کار بین اعضای زنجیره تامین معرفی شده‌اند که هدف آنها شامل مواردی همچون بهبود عملکرد زنجیره تامین در حوزه هزینه، زمان پاسخگویی، چابکی و انعطاف پذیری در ارائه خدمات به مشتری و غیره است. هماهنگ‌سازی زنجیره تامین در ارتباط با توسعه و پیاده‌سازی چنین راهبردهایی است. با مطالعه منابع مختلف چنین برداشت می‌شود که هیچ راهبرد جهان‌شمولی وجود ندارد که بتواند در زنجیره‌های تامین مختلف موثر و کارا عمل کند.

به هر حال موضوع هماهنگ‌سازی در یک زنجیره را می‌توان از دیدگاه‌های مختلف دسته بندی نمود. بطور مثال هماهنگ‌سازی می‌تواند از نظر تعداد سطوح و از نظر سازوکارهای مربوطه باشد، که در ادامه به آنها اشاره می‌شود. با انجام مطالعاتی Griffin و Thomas در حوزه هماهنگ‌سازی دو سطحی زنجیره تامین، آنها را از نقطه نظر عملیاتی به ۳ دسته تقسیم بندی و تحت عناوین ۱ تا ۳ بیان نمودند [۴]:

۱- هماهنگ‌سازی خریدار- فروشنده<sup>۱</sup>

۲- هماهنگ‌سازی تولید- توزیع<sup>۲</sup>

۳- هماهنگ‌سازی موجودی- توزیع<sup>۳</sup>

مرور جامعی بر ادبیات مدلها و سازوکار هماهنگ‌سازی خریدار- فروشنده توسط Sarmah و دیگران صورت گرفته است و آنها را به ۳ صورت ذیل تقسیم بندی نمودند [۵].

۱- بعضی از مدلها سود سالیانه تامین‌کننده را بیشینه می‌کنند. این گونه مدلها به عنوان مدل‌های هماهنگ‌سازی از نقطه نظر فروشنده/ تولیدکننده در نظر گرفته می‌شوند.

۲- بعضی از مدلها همه هزینه سیستم (هزینه خریدار و فروشنده) را با در نظر گرفتن سفارش‌دهی یکپارچه کمینه می‌کنند. این مدلها به عنوان مدل‌های هماهنگ‌سازی خریدار و فروشنده/ تولیدکننده یا مدل‌های توام در نظر گرفته می‌شوند.

۳- بعضی از مقالات هماهنگ‌سازی خریدار و فروشنده از طریق تخفیف را به عنوان یک بازی غیرمشارکتی یا مشارکتی<sup>۴</sup> بررسی نموده‌اند.

اغلب مدل‌های اولیه و پایه معرفی شده در این دسته بندی بر اساس سیاست سفارش دهی و تولید بهر بهر شکل گرفته‌اند. با توجه به این موضوع که حوزه تحقیق این مقاله در زمینه توسعه یک مدل توام (تابع هزینه کل سیستم) برای هماهنگ‌سازی در یک زنجیره تامین با یک خریدار و یک فروشنده می‌باشد، در ادامه به پیشینه تحقیق در این زمینه پرداخته می‌شود.

در ضمن مروری بر کارهای صورت گرفته، مدل‌های تصمیم‌گیری و الگوریتم‌های حل آن تشریح می‌گردد. در بخش بعدی سازوکار پیشنهادی جهت هماهنگ‌سازی تشریح و عملکرد مدل پیشنهادی با ارائه مثال عددی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

در گذشته، تلاش و کوشش سازمانها برای تصمیم‌گیری موثر، بر روی فعالیتهای خود سازمان متمرکز بود. در تصمیماتی مانند تعیین اندازه اقتصادی تولید، موجودی، توزیع و دیگر سیاست‌گذاریها، تنها معیارها و مطلوبیتهای هر سازمان به عنوان ملاکهای تصمیم‌گیری مورد توجه قرار می‌گرفت و در نتیجه تصمیمات در سیستمی متشکل از سازمانهای مرتبط به طور جداگانه گرفته می‌شد. موضوع مدیریت زنجیره تامین که در دو دهه اخیر تحقیقات و مطالعات زیاد دانشگاهی و عملی را نیز به خود اختصاص داده به موضوع تصمیم‌گیری، نگاهی متفاوت نسبت به گذشته دارد. از این دیدگاه دیگر یک سازمان به تنهایی پاسخگوی نیاز بازار نبوده و بلکه این زنجیره تامین است که می‌بایست پاسخگوی نیازها و رقابت بازار باشد [۱]. با این نگرش دیگر تصمیمات نمی‌توانست توسط یک سازمان بدون در نظر گرفتن دیگر سازمانهای موجود در زنجیره گرفته شود.

مدیریت زنجیره تامین (SCM) مسئول مدیریت جریان اطلاعات و مواد در طول یک زنجیره از تامین‌کنندگان<sup>۵</sup>، تولیدکنندگان و مراکز توزیع (DC) به منظور افزایش رقابت پذیری برای ماندگاری در بازار آشفته و متغیر کنونی است. دو رکن اساسی در مدیریت زنجیره تامین، یکپارچه‌سازی و هماهنگ‌سازی می‌باشد [۱].

هماهنگ‌سازی جریانها در طول زنجیره تامین را می‌توان با استفاده از پیشرفتهای اخیر در فن آوری اطلاعات و ارتباطات به طور موثر بهبود بخشید. این جریانها در زنجیره تامین شامل اطلاعات و مواد است که برای افزایش اثر بخشی مدیریت زنجیره تامین لازم است این جریانها مدیریت و هماهنگ‌گردند [۲].

در یک زنجیره تامین هر یک از موجودیها اغلب متعلق به سازمانهای مختلف می‌باشند. از طرفی برای حرکت زنجیره به سمت افزایش رقابت پذیری در بازار لازم است که اهداف و سیاست‌های موجودیتهای حاضر در یک زنجیره در قالب یک سیستم یکپارچه همسو و پشتیبان یکدیگر باشند. در چنین شرایطی که اهداف هر یک از این موجودیتهای می‌تواند در تضاد با دیگر موجودیتهای باشد، تصمیم‌گیری هماهنگ و همسو کار بسیار مشکلی است. محققین زیادی از جمله Carter و Narasimhan و همچنین Griffin و Thomas بیان می‌کنند که مدیریت اثر بخش و یکپارچه‌سازی مناسب یک زنجیره تامین مستلزم هماهنگ‌سازی جریان مواد و اطلاعات بین تامین‌کنندگان، تولیدکنندگان و مشتریان است [۳]، [۴].

راهبردهای گوناگونی برای تنظیم فعالیتهای و فرایندهای

تابعی از اندازه سفارش خریدار بود، ارائه کردند. در این مقاله موضوع پارامتر مربوط به هزینه‌های کمبود در مدل منظور شده و تعیین مقدار کمبود بهینه نیز به عنوان یکی از متغیرهای تصمیم در مدل لحاظ گردید. این محققین همچنین الگوریتمی برای حل مدل پیشنهادی خود ارائه نمودند [۸]. تابع هزینه توام ارائه شده در این تحقیق به عنوان مدل بکار برده شده جهت توسعه مدل در این مقاله می‌باشد.

در ادامه کارهای قبلی *Ben-Daya* و *Darwish*، *Ertogral* روی هماهنگ سازی در یک زنجیره تامین شامل خریدار و فروشنده جهت تعیین مقدار ارسال و تولید بهینه تحقیق و مطالعه انجام دادند. در این تحقیق هزینه حمل و نقل به طور مجزا و وابسته به میزان ارسال در نظر گرفته و مدل و الگوریتم حلی را در این شرایط توسعه داده اند [۹].

در تحقیق *Yue* و همکاران به بررسی و ارائه مدل جهت هماهنگی در یک سیستم خریدار-فروشنده که تقاضا تابعی از قیمت می‌باشد پرداخته شد. همچنین در این مطالعه، سازوکاری که با استفاده از یک سیستم کاهش قیمت در محصول سود کل را افزایش دهد، توسعه داد شد. به نوعی در این تحقیق مقدار کاهش بهینه قیمت در بازار تعیین می‌شود [۱۰].

موضوع مدت زمان تحویل و هماهنگ سازی با نظر گرفتن زمان تحویل در تحقیق *Hoque* و *Goyal* مورد توجه قرار گرفت. آنها در مطالعه خود برای حداقل سازی هزینه‌های راه اندازی تولید، سفارش و نگهداری موجودی در کل سیستمی که مدت زمان تحویل را می‌توان به بخش‌های مختلف تقسیم نموده، مدلی برای هماهنگ سازی خریدار - فروشنده توسعه داده و یک روش حل هیورستیک نیز در این تحقیق ارائه نمودند [۱۱].

*Wang* و *Zhou* بر روی یک سیستم یکپارچه تولید و ارسال در یک زنجیره با یک خریدار و یک فروشنده مطالعه کردند. در مدل این محققین با اولین ارسال موجودی تولید کننده صفر شده و ارسال‌های بعدی با یک ضریبی تغییر می‌یابد. در این تحقیق متغیر تصمیم علاوه بر میزان اندازه انباشته شامل ضریب تغییری که اندازه‌های ارسال در دفعات بعد از اولین ارسال، بر اساس آن تعیین می‌گردد نیز می‌باشد [۱۲].

در حوزه هماهنگ سازی خریدار-فروشنده می‌توان به کار محققین دیگری نیز اشاره کرد از جمله [۱۳]، [۱۴]، [۱۵] که در تحقیقات آنها اعضاء زنجیره بیش از یک خریدار یا یک فروشنده بوده یا اینکه محصول تبادل شده بین آنها بیش از یک محصول بوده است. با توجه به هدف و موضوع این مقاله از شرح بیشتر این تحقیقات اجتناب می‌شود.

با نگاهی به پیشینه مطالعاتی صورت گرفته در این حوزه دریافت می‌شود که غالب تحقیقات انجام شده، حل مسئله را در شرایطی که تقاضا قطعی بوده مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند و موضوع تصادفی بودن تقاضا در این مطالعات کمتر دیده شده است. مورد دیگر اینکه در فرایند هماهنگ سازی

از اولین کسانی که در حوزه زنجیره تامین، شامل خریدار-فروشنده و موضوع هماهنگ سازی در این زنجیره به تحقیق پرداخته‌اند می‌توان به *Crowther* و *Monahan* اشاره نمود که خیلی از تحقیقات بعدی بر اساس کار این دو توسعه یافته‌اند [۶] و [۷]. در ادامه، *Goyal* بر روی یک مدل یکپارچه موجودی برای تامین کننده و یک مشتری کار نمود و در یک محیط قطعی برای آن یک مدل موجودی یکپارچه توسعه داد [۵].

تحقیق *Dolan* در ادامه کار *Crowther* بوده که یک تخفیف کمی ویژه که به عنوان سازوکاری که باعث تشویق خریدار برای خرید مقداری که باعث حداقل سازی کل هزینه سیستم می‌گردد، ارائه می‌نماید [۵].

در تحقیق *Lau* و *Lau* به تعیین سیاست سفارش دهی بهینه برای خریداری که یک سیستم مرور دائم را داشته و با دو فروشنده با عملکرد خوب و پایین برای تامین محصول مورد نیاز خود ارتباط دارد، پرداخته شده است. کار تعیین سازوکار هماهنگ سازی با استفاده از تقسیم سود حاصل بین شرکاء با کار *Weng* روی یک مدل توام و سازوکاری که سود حاصل از هماهنگی را بین شرکاء تقسیم کند شروع گردید. این مقاله نیز جهت هماهنگ سازی به دنبال ارائه روشی بمنظور متقاعد سازی شرکاء برای پذیرش سیاست توام می‌باشد. همین محقق در ادامه کار خود بر روی تخفیف کلی و نموی تحت شرایطی که قیمت نسبت به تقاضا حساس بود، مطالعه و تحقیق نمود [۵]. در ادامه کارهای قبلی، تحقیق *Goyal* روی یک مدل یکپارچه خریدار-فروشنده با فرض تقاضای قطعی بود و نشان داد که مقدار اقتصادی تولید برای فروشنده، یک مضرب عدد صحیح از مقدار تقاضای خریدار می‌باشد. همچنین در مدل او اولین ارسال می‌توانست قبل از اینکه بهر تولیدی برنامه ریزی شده به اتمام برسد برای خریدار ارسال گردد [۵].

در مطالعه *Goyal* و *Nebebe* به یک مدل توام که هدف آن حداقل سازی هزینه‌های کل سیستم بود پرداخته و در ادامه تحقیق به موضوع تعیین سیاست بهینه تولید و ارسال در این مدل پرداختند [۵].

*Hoqu* و *Goyal* در مطالعه خود به ارائه مدلی توام با تعریف یک تابع هدف که هزینه‌های کل سیستم را حداقل می‌نماید و تعیین سیاست بهینه تولید و ارسال، پرداخته‌اند. در این تحقیق محدودیت ظرفیت سیستم حمل و نقل در نظر گرفته شده است [۵].

در تحقیق صورت گرفته توسط *Ben-Daya* و *Hariga* (۲۰۰۴) مدلی برای یک زنجیره خریدار - فروشنده و با یک محصول با توجه به تقاضای تصادفی و مدت زمان تحویلی که

مطرح شده در این تحقیقات تنها از یک سازوکار برای هماهنگ سازی کمک گرفته شده است.

در ادامه به توسعه مدل پیشنهادی برای هماهنگ سازی در زنجیره تامین پرداخته خواهد شد که در آن تقاضا تصادفی بوده و همچنین سازوکار هماهنگ سازی یک سازوکار مرکب از حداقل سازی تابع هزینه توام و سازوکار تخفیف برای دستیابی به توافق در یک بازی مشارکتی می باشد.

### ۳- توسعه مدل پیشنهادی

قبل از ارائه مدل پیشنهادی فرضیات مسئله مطرح و سپس بر اساس این فرضیات مدل بنا می گردد.

#### ۳-۱- فرضیات

- ۱- اعضای زنجیره شامل یک خریدار- یک فروشنده می باشند و زنجیره مورد نظر تدارک-تولید است.
- ۲- فقط یک محصول بین خریدار- فروشنده تبادل می شود.
- ۳- تقاضا تصادفی و دارای توزیع نرمال و مدت زمان تحویل<sup>۱</sup> قطعی و مشخص است.
- ۴- کمبود تنها برای خریدار مجاز می باشد.
- ۵- تصمیمات فروشنده برگرفته از تصمیمات خریدار است.
- ۶- نرخ تولید فروشنده پیوسته و ثابت است.
- ۷- یک ماشین برای تولید می باشد.
- ۸- هزینه ارسال مستقل از میزان هر بار ارسال می باشد.
- ۹- فروشنده هر بار به اندازه یک مضرب صحیح از هر بار ارسال تولید کرده و در اندازه های مساوی به اندازه  $q$  برای خریدار ارسال می کند.
- ۱۰- کمبود به صورت پس افت بوده و تنها هزینه های مستقل از زمان برای آن در نظر گرفته می شود.
- ۱۱- سیستم سفارش دهی برای خریدار سیاست مرور دائم  $(r, Q)$  یا همان سیاست دو ظرفی می باشد.
- ۱۲- اندازه هر بار ارسال با هم برابر می باشد.

#### ۳-۲- نگاشتهای مدل

بعد از طرح فرضیات مدل، نگاشتهای بکار رفته برای نشان دادن متغیرها و پارامترهای مدل معرفی می گردد:

- $Q$ : اندازه هر بار تولید فروشنده
- $n$ : تعداد دفعات ارسال برای خریدار تا پایان یک اندازه تولید ( $nq = Q$ )
- $q$ : اندازه هر بار سفارش خریدار (یا هر بار ارسال)
- $P$ : نرخ تولید فروشنده
- $D$ : نرخ مصرف سالیانه
- $h_v$ : هزینه نگهداری هر واحد محصول در واحد زمان برای فروشنده
- $h_b$ : هزینه نگهداری هر واحد محصول در واحد زمان برای

خریدار که مقدار آن برابر  $h_b = I * C$  می باشد.

$I$ : نرخ بهره سرمایه گذاری

$C$ : قیمت خرید/ فروش هر واحد محصول برای خریدار/ فروشنده

$A_v$ : هزینه هر بار راه اندازی برای فروشنده

$A_b$ : هزینه هر بار سفارش (ارسال) برای خریدار

$SS$ : ذخیره احتیاطی

$L$ : مدت زمان تحویل محصول به خریدار

$X$ : متغیر تصادفی تقاضا در مدت زمان تحویل که از توزیع

نرمال با میانگین  $\mu_L$  و انحراف معیار  $\sigma_L$  پیروی می کند.

$f_X(x)$ : تابع چگالی متغیر تصادفی تقاضا که در

تحقیق نرمال فرض شده است

$t$ : نقطه سفارش مجدد

$\pi$ : هزینه هر واحد کمبود پس افت

$TC_b$ : هزینه کل برای خریدار

$C(SS)$ : هزینه های ریسک با توجه به نقطه سفارش مجدد

$TC_v$ : هزینه کل برای فروشنده

$TCC$ : هزینه توام کل

#### ۳-۳- هزینه های خریدار

هزینه های یک خریدار شامل هزینه های سفارش دهی، نگهداری موجودی و هزینه کمبود موجودی است که در ادامه به مدل نمودن این هزینه ها در تابع هزینه خریدار پرداخته می شود:

هزینه هر بار سفارش دهی  $A_b =$

هزینه سفارش دهی یک دوره:

$$A_b \frac{D}{q} \quad (1)$$

متوسط موجودی:

$$\left( \frac{q}{2} + SS \right) \quad (2)$$

$$r = \mu_L + Z_\alpha \cdot \sigma_L$$

$$SS = r - \mu_L \Rightarrow SS = Z_\alpha \sigma_L$$

هزینه نگهداری موجودی خریدار:

$$h_b \left( \frac{q}{2} + SS \right) \quad (3)$$

متوسط کمبود در هر دوره برابر:

$$\bar{b}(r) = E(X - r)^+ \quad (4)$$

$$E(X - r)^+ = \int_R^\infty (x-r) f_X(x) dx \quad (5)$$

حال با توجه به فرض مسئله که متغیر تصادفی دارای

توزیع نرمال است:

$$\bar{b}(r) = \sigma_L G_u(k) \quad (6)$$

$$TC_v = \frac{D}{nq} A_v + h_v \left( \left[ \frac{nq}{2P} (P-D) + \frac{Dq}{P} \right] - \left( \frac{q}{2} + SS \right) \right) \quad (17)$$

با فرض اینکه مقدار  $q$  برای فروشنده همان مقدار تعیین شده از طرف خریدار می‌باشد، بنابراین مقدار بهینه هر بار تولید برابر است با  $Q=nq$  جائیکه مقدار بهینه  $n$  نیز از رابطه ۱۸ حاصل می‌شود.

$$n = \left( \frac{DA_v}{h_v q^2 \left(1 - \frac{D}{P}\right)} \right) \quad (18)$$

### ۳-۵- تابع هزینه کل سیستم

همانطوریکه در پیشینه تحقیق اشاره گردید، مدل ارائه شده توسط *Ben-Dayaa* و *Hariga* مدلی است که در این تحقیق به عنوان مدل اولیه توسعه داده شده است [۸]. مقدار بهینه کمبود توسط خریدار تعیین و به عنوان یک پارامتر ثابت در تابع توام آورده خواهد شد.

با توجه به مطالب ارائه شده در بخشهای قبلی تابع هزینه کل بصورت رابطه ۱۹ تعریف می‌گردد:

$$TCC(n, q) = \frac{D}{nq} A_v + \frac{D}{q} [A_b + \pi \bar{b}(r)] \quad (19)$$

$$+ h_v \left[ \left( \frac{nq}{2P} (P-D) + \frac{Dq}{P} \right) - \frac{q}{2} \right] + h_b \left( \frac{q}{2} + SS \right)$$

$$TCC(n, q) = \frac{D}{nq} [A_v + nA_b + n\pi \bar{b}(r)] +$$

$$h_v \left( \frac{nq}{2P} (P-D) + \frac{Dq}{P} \right) + [h_b - h_v] \frac{q}{2} + h_b * SS \quad (20)$$

با توجه به تابع توام تعریف شده مقادیر بهینه برای متغیرهای  $q$  و  $n$  به صورت روابط ۲۱-۲۲ می‌باشد:

$$q^* = \sqrt{\frac{[A_v + nA_b + n\pi \bar{b}(r)] D}{n \left( h_v \left( \frac{D}{P} + \frac{(P-D)n}{2P} \right) \right) + \frac{\Delta h}{2}}} \quad (21)$$

$$\Delta h = h_b - h_v \quad (22)$$

$$n^* = \sqrt{\frac{DA_v}{h_v q^2 \left(1 - \frac{D}{P}\right)}} \quad (23)$$

### ۴- تصمیم گیری در زنجیره

روابط تشریح شده اخیر، بیانگر توابعی می‌باشند که اعضاء زنجیره بر اساس آنها تصمیمات خود را گرفته‌اند و شکل توابع ارائه شده در این مقاله با تفاوتی کمی در کارهای محققین قبلی این حوزه نیز دیده شده است.

کار اصلی این تحقیق، تعیین چگونگی تصمیم گرفتن

$$K = \frac{r - \mu_L}{\sigma_{\frac{L}{r}}} \quad \text{و} \quad G_u(k) = \int_K^{\infty} (u_0 - K) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u_0^2}{2}} du_0$$

بنابراین هزینه کمبود در هر دوره:  
متوسط هزینه کمبود در دوره:

$$\pi \bar{b}(r) \frac{D}{q} \quad (7)$$

پس تابع هزینه برای خریدار به صورت رابطه ۸ تعریف می‌گردد:

$$TC_b = \frac{D}{q} [A_b + \pi \bar{b}(R)] + h_2 \left( \frac{q}{2} + SS \right) \quad (8)$$

$$C(SS) = h_2(r - \mu_L) + \pi \frac{D}{q} \int_r^{\infty} (x-r) f_D(d) dx \quad (9)$$

مقدار بهینه سفارش و کمبود خریدار از روابط ۱۰-۱۲ می‌تواند حاصل گردد:

$$q^* = \sqrt{\frac{2D(A_b + \pi \bar{b}(r))}{h_b}} \quad (10)$$

$$F(r) = \frac{\pi D - h_b q}{\pi D} \quad (11)$$

$$F(r) = p(Z \leq K) = 1 - \alpha \quad (12)$$

### ۳-۴- هزینه‌های فروشنده

هزینه هر بار راه اندازی تولید در هر دوره:  $A_v$   
هزینه‌های راه اندازی تولید یک دوره:

$$A_v \frac{D}{nq} \quad (13)$$

متوسط موجودی کل سیستم (خریدار و فروشنده)

$$\left[ \frac{nq}{2P} (P-D) + \frac{Dq}{P} \right] + SS \quad (14)$$

بنابراین متوسط موجودی برای فروشنده برابر است با:

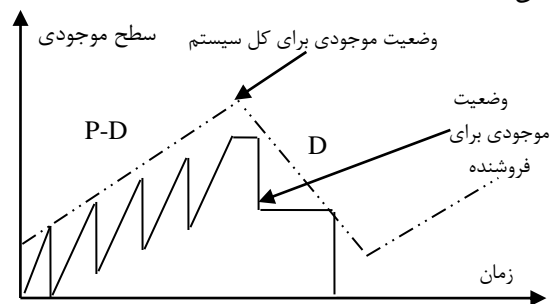
(متوسط موجودی خریدار - متوسط موجودی کل)

$$\left( \left[ \frac{nq}{2P} (P-D) + \frac{Dq}{P} \right] + SS - \left( \frac{q}{2} + SS \right) \right) \quad (15)$$

پس متوسط هزینه نگهداری برای فروشنده برابر است با:

$$h_v \left( \left[ \frac{nq}{2P} (P-D) + \frac{Dq}{P} \right] - \frac{q}{2} \right) \quad (16)$$

نمودار ۱ وضعیت موجودی برای فروشنده و کل سیستم را نشان می‌دهد



نمودار ۱: وضعیت موجودی برای فروشنده و کل سیستم  
رابطه ۱۷ تابع هزینه برای فروشنده را نشان می‌دهد:

هماهنگ شده با توجه به این توابع هدف متفاوت در یک زنجیره، است. در کارهای قبلی بر اساس یک تابع هدف واحد تصمیمات هماهنگ سازی صورت می‌گرفت و برای هر یک از این مدلها نیز یک سازوکار هماهنگ سازی تعریف می‌گردید. ولی در این تحقیق، اعضاء هم تابع هزینه خود و هم تابع هزینه توامی که هزینه کل سیستم را مدل کرده در نظر گرفته و بر اساس سازوکاری که تشریح خواهد شد، اقدام به تصمیمات هماهنگ شده، می‌نمایند.

همچنین چنانچه خریدار و فروشنده بتوانند یک سازوکار هماهنگ سازی جهت یک تصمیم هماهنگ شده پیدا کنند، سود حاصل از سیستم توام از مجموعه سود تک تک اعضاء بیشتر خواهد بود که این موضوع نیز به شرط داشتن اطلاعات درست از وضعیت ساختار هزینه ای یکدیگر می‌باشد [۱۶].

بنابراین در روش ارائه شده هریک از اعضاء اقدام به تعیین سیاست بهینه به طور مستقل برای خود می‌نمایند. حال با توجه به تصمیمات مستقل و تابع هزینه توام، اعضاء زنجیره به دنبال یافتن یک راهبرد سفارش دهی و تولید مناسب خواهند بود، بطوریکه اولاً باعث می‌شود که وضعیت آنها از تصمیمات مستقل خود بدتر نشده و ثانیاً باعث حداقل سازی هزینه‌های کل زنجیره شود. بنابراین ابتدا با استفاده از روشهای حل کلاسیک و شناخته شده مقادیر بهینه تصمیمات مستقل و توام تعیین می‌گردد. در بخشهای بعدی چگونگی دستیابی به یک تصمیم هماهنگ از میان جوابهای خلق شده ارائه می‌گردد.

#### ۱-۴- تصمیم بهینه خریدار

همانگونه که در بخشهای قبلی بیان شد، مقادیر بهینه هر یک از متغیرهای تصمیم تابعی از متغیر تصمیم دیگری است. بنابراین با توجه به وجود متغیرهای تصمیم وابسته به هم مشابه متغیرهای موجود در کارهای [۵]، [۸] و الگوریتمهای حل به کار برده شده در این مراجع، این مقاله نیز جهت تعیین مقدار این متغیرها از الگوریتمهای تکرار شونده برای بدست آوردن یک حل تقریبی، کمک می‌گیرد.

اینک با استفاده از یک الگوریتم تکرار شونده، می‌توان سیاست بهینه سفارش دهی و متوسط کمبود خریدار را تعیین نمود.

قدم ۱)  $\bar{b}(r) = 0$  قرار داده و مقدار  $q$  را از رابطه (۱۰) تعیین نمائید.

قدم ۲) مقدار  $q$  بدست آمده از گام قبلی را در رابطه (۱۱) قرار داده تا مقدار  $F(r)$  و به دنبال آن مقدار  $r$  و  $\bar{b}(r)$  جدید حاصل گردد.

قدم ۳) با مقدار جدید  $\bar{b}(r)$  مقدار  $q$  را از رابطه (۱۰) محاسبه نمائید و به گام ۲ بروید مگر اینکه مقدار متوالی  $q$  یا  $r$  یکسان یا به اندازه کافی به هم نزدیک شده باشند. حال آخرین

مقدار  $r$  یا  $q$  که منجر به توقف الگوریتم شده، به عنوان تصمیم خریدار در نظر گرفته می‌شود.

#### ۲-۴- تصمیم بهینه فروشنده

بعد از تعیین مقدار  $\bar{b}(r)$  و  $q$  بهینه خریدار، نوبت به تعیین سیاست تولید فروشنده تحت عنوان یک پیرو در بازی، جهت هماهنگی با سیاست خریدار می‌باشد. فروشنده نیز با توجه به مقدار  $q$  تعیین شده و رابطه (۱۸) اندازه  $n$  و به دنبال آن مقدار تولید اقتصادی ( $Q=nq$ ) خود را تعیین می‌کند. فروشنده می‌بایست در هر بار تولید، به اندازه  $n$  برابر مقدار سفارش خریدار، که یک مضرب صحیح می‌باشد، تولید کند. چنانچه مقدار رابطه (۱۸) یک عدد کسری بود مقادیر  $\lfloor n \rfloor$  و  $\lceil n \rceil$  (که به ترتیب بیانگر گرد نقصانی و گرد اضافی  $n$  می‌باشند) در رابطه (۱۷) قرار داده و هر یک که هزینه کمتری را ایجاد کرد، به عنوان جواب در نظر گرفته می‌شود.

#### ۳-۴- تصمیم بهینه توام

مقادیر تعیین شده در بخشهای قبلی برای اندازه سفارش، تولید و کمبود نمایانگر تصمیمات مستقل هر یک از این اعضاء و فارغ از پارامترها و ساختار هزینه‌ای شریک دیگر می‌باشد. ولی تابعی که به صورت توام برای هزینه‌های هر دو عضو تهیه شده است، مقادیری را تعیین می‌کند که هزینه مجموع را حداقل می‌سازد.

همانگونه که از روابط (۲۱) و (۲۳) مشخص است مقادیر  $q^*$ ،  $n^*$  تابعی از دیگری بوده و مستقل از هم نمی‌باشند، پس برای تعیین مقدار بهینه آنها از الگوریتم دیگری کمک گرفته می‌شود:

گام ۱)  $n^0 = 1$  قرار داده و با استفاده از رابطه (۲۱) مقدار  $q^0$  را محاسبه نمائید.

گام ۲) مقدار بدست آمده  $q^i$  و  $n^i$  را در رابطه (۲۰) قرار داده تا مقدار هزینه‌های این تصمیم تعیین گردد.

در صورتی که  $TCC(n^{i-1}, q^{i-1}) \leq TCC(n^i, q^i)$  و  $TCC(n^{i-1}, q^{i-1}) \leq TCC(n^{i-2}, q^{i-2})$  باشد الگوریتم را متوقف نمائید و  $q^* = q^{i-1}$  و  $n^* = n^{i-1}$  قرار دهید و در غیر اینصورت به گام سوم بروید.

گام ۳)  $n^{i+1} = n^i + 1$  قرار داده و مقدار  $n$  جدید را در رابطه (۲۱) قرار داده تا مقدار  $q^{i+1}$  حاصل شود. حال به گام ۲ بروید.

#### ۵- رویه یک تصمیم گیری هماهنگ

همانگونه که اشاره گردید در کارهای قبلی توسط محققین،

بتواند بهترین جواب را انتخاب و شرایطی را جهت تشویق اعضا برای پذیرش این تصمیم فراهم آورد. در این بخش به تشریح مدل مورد نظر پرداخته می‌شود.

### ۵-۱- تعیین حداکثر قیمت پیشنهادی خریدار

خریدار با توجه به اختلاف هزینه‌ای که بین تصمیم‌گیری مستقل و پذیرش تصمیم توام برای سیاست سفارش دهی خود دارد، اقدام به تعیین یک قیمت پیشنهادی می‌کند که این افزایش هزینه را پوشش دهد. بنابراین تابعی که تعریف می‌شود عبارت است از:

0 که هزینه خریدار با سیاست مستقل-هزینه خریدار با سیاست توام رابطه فوق بیانگر این موضوع می‌باشد:

$$D d_k C + \left[ \frac{D}{q_j} (A_B + \pi \bar{b}_{(r)}) + \frac{1}{2} I d_k C q_j \right] - D C - \left[ \frac{D}{q_b} (A_B + \pi \bar{b}_{(r)}) + \frac{1}{2} I C q_b \right] \leq 0 \quad (24)$$

$q_j$ : مقدار سفارش اقتصادی خریدار بر اساس سیاست توام

$q_b$ : مقدار سفارش اقتصادی خریدار بر اساس سیاست مستقل

$d_k$ : عددی بین 0 تا 1 می‌باشد به عبارتی  $(1 - d_k)$  درصد تخفیفی است که به خریدار برای قیمت هر محصول داده می‌شود. بقیه نگاشته‌های موجود در رابطه (24) همان تعریفی را دارند که پیشتر بیان گردیده است. با توجه به معلوم بودن تمامی پارامترها، مسئله، تعیین مقدار  $d_k$  می‌باشد. زمانی که این مقدار مشخص گردید نشان دهنده این است که خریدار جهت پذیرش تصمیم توام حداکثر چقدر بابت خرید حاضر است پرداخت نماید. پس از رابطه (24) رابطه (25) حاصل می‌گردد:

$$d_k^{\max} = \left[ \frac{\left( \frac{D}{q_b} - \frac{D}{q_j} \right) (A_B + \pi \bar{b}_{(r)}) + \frac{1}{2} I C q_b + D C}{\frac{1}{2} I C q_j + D C} \right] \quad (25)$$

به عبارت دیگر حداکثر قیمت پرداختی توسط خریدار با توجه به سیاست توام، برابر  $C \cdot d_k^{\max} = C^{\max}$  می‌باشد. با توجه به این رابطه می‌توان چنین گفت که خریدار حداقل تخفیفی که می‌خواهد عبارت است از:

$$(1 - d_k^{\max}) = (1 - d_k)_{\min} = \left[ \frac{\frac{1}{2} I C (q_j - q_b) - \left( \frac{D}{q_b} - \frac{D}{q_j} \right) (A_B + \pi \bar{b}_{(r)})}{\frac{1}{2} I C q_j + D C} \right] \quad (26)$$

حال این مقدار تخفیف به فروشنده پیشنهاد می‌گردد تا فروشنده آن را بررسی نماید.

جهت هماهنگ سازی زنجیره با استفاده از یک تابع توام، مدلی توام با توجه به ساختار هزینه خریدار و فروشنده ارائه شده است که پس از آن با ارائه الگوریتمهایی، اقدام به حل آن مدلها نموده‌اند. از جمله می‌توان به کارهای صورت گرفته در مراجع [7]، [8]، [9]، [10]، [11] اشاره نمود که بدون توجه به چگونگی رویه یک تصمیم‌گیری هماهنگ، تنها یک مدل را جهت مدلسازی هزینه‌های کل زنجیره تعریف و سپس اقدام به حل مدل نموده‌اند. حال آنکه در این تصمیم توام چه کسی سود یا زیان دیده در کارهای قبلی تاکنون مطرح نشده است. همچنین در کلیه کارهای صورت گرفته، خریدار و فروشنده در یک بازی که هر دو دارای یک وزن بودند مورد نظر قرار می‌گرفتند در حالیکه در تحقیق حاضر، خریدار نقش رهبر بازی را داشته و تصمیمات او از اولویت بالاتری برخوردار است. بنابراین در سازوکار پیشنهادی در تصمیم‌نهایی برای خریدار، هزینه‌ای بیش از هزینه بهینه سیستم مستقل خود منظور نخواهد شد.

همچنین در سالهای اخیر با توجه به توسعه سیستمهای هوشمند تولید (سیستم تولید هولوئیک<sup>۱</sup> و سیستمهای مبتنی بر عامل<sup>۲</sup>) روشها و سازوکارهای مذاکره بین عاملهای یکی از موضوعات تحقیقاتی در این حوزه بوده است که مورد توجه قرار گرفته و از جمله می‌توان به [17] و [18] اشاره نمود. لذا موضوع مذاکره و سازوکار خلق پیشنهاد و بررسی پیشنهادات توسط اعضاء زنجیره جهت مذاکره در این مقاله قابلیت بکارگیری در سیستمهای هوشمند را نیز دارد.

برای تکمیل کارهای صورت گرفته، اینکه تصمیم توام چه منافع و زیانهای احتمالی (از نظر اقتصادی) برای شرکاء داشته را مد نظر قرار داده تا با توجه به این موضوع مدلی عملی برای تصمیم‌گیری هماهنگ و بکارگیری این تصمیم با مشارکت بیشتر اعضاء زنجیره ایجاد شود.

معیارهای تصمیم‌گیری در این مرحله برای خریدار میزان تغییرات (افزایش) در هزینه‌های او می‌باشد و برای فروشنده میزان کاهش در سود ناشی از پذیرش سیاست هماهنگ شده بر اساس مدل توام می‌باشد. بنابراین پارامتر مورد مذاکره جهت دستیابی به یک سیاست هماهنگ، قیمت خرید محصول می‌باشد. چنانچه در سیاست توام، خریدار متحمل هزینه‌های بیشتری نسبت به سیاست تصمیم‌گیری مستقل گردد و فروشنده در این تصمیم‌گیری سودمند گردد پس لازم است مقداری از سود حاصل از این هماهنگ سازی که پاسخگوی افزایش هزینه‌های قبول تصمیم هماهنگ سازی می‌باشد را به خریدار منتقل نماید. این موضوع نیز از طریق در نظر گرفتن تخفیف در قیمت برای خریدار می‌تواند میسر می‌باشد.

به عبارتی این مرحله از بین مجموعه جوابهای خلق شده (تصمیمات مستقل و توام) به دنبال یافتن راه حلی است که

## ۵-۲- تعیین حداقل قیمت پیشنهادی فروشنده

فروشنده چون در این هماهنگ سازی نقش یک پیرو را بازی می‌کند، بنابراین وضعیت هزینه‌های آن بعد از تصمیم گیری توام بهتر خواهد شد. پس ملاکی که او برای تعیین حداقل قیمت می‌تواند منظور نماید مقدار اختلاف سودی است که قبل و بعد از تصمیم گیری توام برای او ایجاد می‌شود. پس نتیجه می‌شود که:

(درآمد حاصل از فروش محصول به خریدار) - سود فروشنده (هزینه‌های سیستم موجودی تولید کننده) -

(نظر به اینکه هزینه‌های دیگر سیستم با توجه به تغییر سیاست موجودی تغییر در آنها رخ نمی‌دهد و در تغییر سود نیز بی‌تاثیر می‌باشند، از منظور نمودن آنها صرفه نظر گردیده است).

با توجه به تعریفی که از سود ارائه گردید:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{سودفروشنده} \\ \text{سیاست توام} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{سودفروشنده با} \\ \text{سیاست مستقل} \end{array} \right\} \geq 0$$

بنابراین با تعاریف ارائه شده:

$$\left( D d_k C - \frac{D}{nq_j} A_v - h_v \left( \frac{n_j q_j}{2p} (p-D) + \frac{Dq_j}{p} \right) - \left( \frac{q_j}{2} + SS \right) \right) - \left( D C - \frac{D}{nq_b} A_v - h_v \left( \frac{n_b q_b}{2p} (p-D) + \frac{Dq_b}{p} \right) - \left( \frac{q_b}{2} + SS \right) \right) \geq 0 \quad (27)$$

با توجه رابطه (۲۷)، فروشنده می‌تواند حداقل قیمت مورد قبول را تعیین نماید که این مقدار نیز برابر رابطه ۲۸ می‌باشد:

$$d_k^{\min} = \frac{DC + TC_v^{q_j} - TC_v^{q_b}}{DC} \quad (28)$$

$TC_v^{q_j}$ : نشانگر هزینه سیستم موجودی فروشنده به ازای تصمیم توام می‌باشد.

$TC_v^{q_b}$ : نشانگر هزینه سیستم موجودی فروشنده به ازای تصمیم مستقل می‌باشد. (این مقادیر به ازای قرار دادن  $q_j, q_b$  در رابطه (۱۷) حاصل می‌گردد)

با توجه به رابطه (۲۸) حداقل قیمت قابل قبول فروشنده برابر است با:

$$C_{\min} = d_k^{\min} \cdot C \quad (29)$$

بنابراین حداکثر تخفیفی که فروشنده می‌تواند بدهد برابر خواهد بود با:

$$(1 - d_k)_{\max} = \frac{TC_v^{q_b} - TC_v^{q_j}}{DC} \quad (30)$$

اکنون چنانچه مقدار  $C_{\min} \leq C_{\max}$  باشد یا به عبارتی قیمت پیشنهادی خریدار بیش از قیمت مورد نظر فروشنده باشد، فروشنده آن را پذیرفته و به خریدار اعلام کرده تا

سیاست توام با توجه به قیمت مورد توافق به عنوان یک سیاست هماهنگ شده به کار گرفته شود.

در صورتی که این قیمت فراتر از قیمت پیشنهادی خریدار باشد، سیاست تصمیم گیری مستقل به عنوان سیاست پذیرفته شده اعلام و قیمت محصول نیز همان قیمت ابتدایی منظور می‌شود.

## ۶- بررسی و تحلیل عددی مدل

در این بخش عملکرد مدل و عملی بودن سازوکار هماهنگ سازی پیشنهادی با ارائه مثال عددی و تغییرات در پارامترهای ورودی مدل مورد بررسی قرار خواهد گرفت. اطلاعات اولیه و پایه که در این مثال بکار برده شده است به شرح ذیل می‌باشد:

$$D = 15000 \text{ واحد نرخ مصرف سالانه برای مصرف کننده}$$

$$P = 45000 \text{ واحد نرخ تولید فروشنده}$$

$$A_v = 150 \text{ واحد پولی هزینه هر بار راه اندازی تولید برای فروشنده}$$

$$A_b = 70 \text{ واحد پولی هزینه هر بار سفارش دهی خریدار}$$

$$h_b = 5 \text{ واحد پولی هزینه نگهداری هر واحد محصول در هر واحد زمان برای خریدار}$$

$$h_v = 4 \text{ واحد پولی هزینه نگهداری هر واحد محصول در هر واحد زمان برای فروشنده}$$

$$\pi = 40 \text{ واحد پولی هزینه هر واحد کمبود پس افت برای خریدار}$$

$X$ : متغیر تصادفی تقاضا در مدت زمان تحویل دارای توزیع نرمال با میانگین ۴۲۰ واحد و انحراف معیار ۵۰ واحد می‌باشد.

$$I = 15\% \text{ ارزش ریالی سرمایه درگیر موجودی}$$

$$C = 50 \text{ واحد پولی}$$

نتایج حل مدل و سازوکار هماهنگی به طور خلاصه در جدول ۱ آورده شده است.

در این جدول مشاهده می‌گردد علاوه بر بررسی مدل و سازوکار به ازای مقادیر اولیه ورودی، همچنین به منظور ارزیابی اعتبار مدل و سازوکار، مسئله به ازای پارامترهای مختلف حل و خلاصه نتایج آنها در این جدول آورده شده است. در تمامی موارد، مقادیر هزینه کل سیستم به ازای تصمیم توام کمتر از هزینه کل تصمیمات مستقل (مجموع هزینه‌های مستقل) می‌باشد و همچنین نتایج حاصل از حل مدل به ازای مقادیر مختلف پارامترها نشان می‌دهد که، همیشه سازوکار هماهنگ سازی قادر به خلق و ارائه پیشنهادی برای اعضا جهت قبول تصمیم توام می‌باشد.

همانگونه در جدول ۱ مشاهده می‌گردد تنها در ۲ مورد



کاهش در هزینه‌ها تصمیم‌گیری توأم نسبت به تصمیم‌گیری مستقل بسیار ناچیزی بوده است که برای خریدار و فروشنده تفاوتی جهت انتخاب از بین آنها نمی‌نماید.

همچنین با توجه به نتایج حاصل از حل مدل به ازای مقادیر مختلف تقاضای سالیانه پی برده می‌شود که مدل تصمیم‌گیری حساسیت بیشتری را از خود نشان داده است. همانگونه که در

جدول نشان داده شده است با تغییر در میزان تقاضا ( تغییر تقاضای سالیانه و تقاضا در مدت زمان تحویل) مدل بهبودهای بیشتری را برای سیستم حاصل می‌نماید.

همچنین علاوه بر اینکه در تمامی موارد هزینه کل سیستم کاهش یافته، سازوکار پیشنهادی منجر به خلق پیشنهاداتی گردیده است که هزینه هر یک از اعضاء نیز با توجه به قبول

جدول ۱: خلاصه نتایج حاصل از حل مدل و به کارگیری سازوکار هماهنگ سازی

تصمیمات ترها	مجموع هزینه های مستقل	هزینه کل هماهنگ	درصد بهبود در هزینه ها	$q_b$	$q_j$	$n_b$	$n_j$	$\bar{b}(r)$	تخفیف خریدار	تخفیف فروشنده	
A	۱۵۰	۶۷۳۵,۳۹	۶۷۰۵,۱	٪۰,۴۵	۶۸۶,۹۶	۷۵۹,۰۷	۲	۲	۰,۰۹۱	٪۰,۰۰۲	٪۰,۰۰۱
	۲۰۰	۷۲۴۰,۳۸	۷۱۸۰,۵۱	٪۰,۸۳	۶۸۶,۹۶	۸۱۸,۵	۳	۲	۰,۰۹۱	٪۰,۰۰۱	٪۰,۰۰۲
	۳۰۰	۷۹۵۳,۲۳	۷۹۵۳,۴	٪۰,۰۱۹	۶۸۶,۹۶	۷۳۲,۰۹	۳	۳	۰,۰۹۱	٪۰,۰۰۱	٪۰,۰۰۲
	۴۰۰	۸۶۵۵,۱۸	۸۶۰۷,۱۹	٪۰,۰۵۵	۶۸۶,۹۶	۷۹۷,۴۷	۴	۳	۰,۰۹۱	٪۰,۰۰۵	٪۰,۰۰۱
	۵۰۰	۹۲۰۱,۰۷	۹۱۹۴,۹	٪۰,۰۰۷	۶۸۶,۹۶	۷۱۳,۵۳	۴	۴	۰,۰۹۱	٪۰,۰۰۰۳	٪۰,۰۰۰۱
I	۰,۱۵	۷۹۲۰,۷۲	۷۹۲۰,۲۸	٪۰,۰۰۱	۵۶۳,۷۹	۵۵۷,۴۲	۳	۳	۰,۱۱	٪۰,۰۰۰۴	٪۰,۰۰۰۱
	۰,۲	۸۸۶۷,۳۴	۸۸۶۱,۵۲	٪۰,۰۰۷	۴۹۱,۲۵	۵۱۰,۷۷	۳	۳	۰,۱۳۶	٪۰,۰۰۰۵	٪۰,۰۰۰۱
	۰,۲۵	۹۷۹۳,۷۲	۹۷۷۲,۳۱	٪۰,۰۲۲	۴۴۱,۲۷	۴۷۴,۱۳	۳	۳	۰,۱۵۳	٪۰,۰۰۲	٪۰,۰۰۰۵
	۰,۳	۱۰۶۱۷,۴۳	۱۰۶۱۷,۱۸	٪۰,۰۰	۴۰۴,۷۴	۴۰۳,۵۲	۴	۴	۰,۱۷۳	٪۰,۰۰	٪۰,۰۰
D	۱۰۰۰۰	۵۳۳۸,۳۲	۴۸۵۲,۱۸	٪۹,۱۱	۵۵۷,۵۷	۸۹۶,۵	۲	۱	۰,۰۶۸	٪۰,۰۰۶۴	٪۰,۰۰۸۲
	۲۰۰۰۰	۷۸۲۲,۹۱	۶۶۲۰,۷۵	٪۱۵,۳۷	۷۹۳,۷	۸۷۶,۸۱	۲	۲	۰,۰۹۴	٪۰,۰۰۲	٪۰,۰۰۱
	۲۵۰۰۰	۸۶۱۶,۴۲	۷۰۵۹,۳۵	٪۱۸,۰۷	۸۸۶,۷۹	۹۷۹,۹۲	۳	۲	۰,۰۹۱	٪۰,۰۰۲	٪۰,۰۰۰۵
	۳۰۰۰۰	۹۲۳۷,۱۱	۹۲۳۷,۸۲	٪۰,۰۰۱	۹۶۹,۹۵	۹۲۵,۲	۳	۳	۰,۰۸۵	٪۰,۰۰۰۴	٪۰,۰۰۰۱
P	۵۰۰۰۰	۶۷۳۵,۳۹	۶۷۰۵,۱	٪۰,۰۴۵	۶۸۶,۹۶	۷۵۹,۰۸	۲	۲	۰,۰۹۱	٪۰,۰۰۲	٪۰,۰۰۱
	۱۲۰۰۰۰	۶۷۳۵,۳۹	۶۷۰۴	٪۰,۰۴۷	۶۸۶,۹۶	۱۱۲۹,۶۹	۲	۱	۰,۰۹۱	٪۰,۰۰۶	٪۰,۰۰۶
	۱۵۰۰۰۰	۶۷۳۵,۳۹	۶۶۶۲,۰۷	٪۱,۰۰۹	۶۸۶,۹۶	۱۱۳۷,۶۵	۲	۱	۰,۰۹۱	٪۰,۰۰۶	٪۰,۰۰۷

موضوع ارائه می‌کند. از اینرو سازوکار ارائه شده روشی مناسب برای مذاکره خواهد بود.

## ۷- نتیجه گیری

در تحقیقات قبلی با استفاده از یک سازوکار هماهنگ سازی به طور مثال بهینه سازی تابع هزینه توأم کل زنجیره، اقدام به تعیین یک استراتژی می‌نمودند که در آن به طور دقیق مشخص نبود کدام عضو از این هماهنگ سازی منتفع و کدام یک هزینه‌های بیشتری را متقبل می‌گردد.

در این مدل پیشنهادی زنجیره شامل دو عضوی است که یکی از اعضاء ( خریدار) دارای وزن بیشتری در تصمیم‌گیری است. بنابراین در مدل پیشنهادی با توجه به تصمیم‌گیریهای مستقل، هر یک از اعضا معیاری را جهت توجیه پذیرش یا رد تصمیم توأم فراهم آورده و بدنبال آن بر اساس یک مدل کمی مقدار

تصمیم هماهنگ شده، افزایش پیدا نمی‌کند. با توجه اینکه مثال در یک بازه وسیع از تغییرات در پارامترها مدل تحلیل گردیده است نتیجه نشان می‌دهد که در همه موارد تخفیف مورد درخواست خریدار مورد قبول فروشنده واقع گردیده است و این موضوع باعث افزایش سود فروشنده‌ای می‌گردد که در زنجیره تصمیمات خریدار در اولویت بوده و او در این بازی تنها یک پیرو بوده است.

همانگونه که در جدول ۱ نشان داده شده است، در تمامی موارد ورودی مرحله اول مدل به عنوان یک ورودی جهت ارزیابی و انتخاب و مبنایی جهت مذاکره در مرحله دوم به کار گرفته شده است و نتایج مناسبی که سبب کاهش هزینه‌ها کل سیستم و افزایش سود فروشنده گردیده است. با وجود اینکه بهینه سازی تابع هزینه توأم در غالب موارد تصمیمات بهینه خریدار را تامین نمی‌کند ولی در تمامی حالات بررسی شده، سازوکار پیشنهادی، راه حل مناسبی را برای جبران این

- Ertogral, K.; M. Darwish; M. Ben-Daya.; "Production and shipment lot sizing in a vendor-buyer supply chain with transportation cost", European Journal of Operational Research, 2006
- Yue, J.; Austin, J.; Wang, M.C.; Huang, Z.; "Coordination of cooperative advertising in a two-level supply chain when manufacturer offers discount", European Journal of Operational Research, 168, 65-85, 2006.
- Hoquea, M. A.; Goyal, S K.; A heuristic solution procedure for an integrated inventory system under controllable lead-time with equal or unequal sized batch shipments between a vendor and a buyer", Int. J. Production Economics, 102, 217-225, 2006
- Zhou, Y. W.; Wan, S. D.; "Optimal production and shipment models for a single-vendor-single-buyer integrated system", European Journal of Operational Research, 2006.
- Chen, C. K.; Kingsman, B. D.; "Coordination in a single-vender multi-buyer supply chain by synchronizing delivery and production cycles", Transportation Research Part E, 43, 90-111, 2007
- Chen, T.H.; Chen, J.M.; "Optimizing supply chain collaboration based on joint replenishment and channel coordination", Transportation Research Part E, 41, 261-285, 2005
- Chen, C.L.; Lee, W.C.; "Multi-objective optimization of multi-echelon supply networks with uncertain product demand and prices", Computers and Chemical Engineering, 28, 1131-1144, 2004
- Li, J.; Liu, L.; "Supply chain coordination with quantity discount policy", Int. J. Production Economics, 2005
- Xue, X.; Wang, Y.; Shen, Q.; Yu, X.; "Coordination mechanisms for construction supply chain management in the Internet environment", Int. J. of Project Management, 25 (2), 150-157, 2007
- Karageorgos, A.; Mehandjiev, N.; Weichhart, G.; Hammerle, A.; "Agent-based optimization of logistics and production planning", Engineering Applications of Artificial Intelligence, 16, 335-348, 2003
- [۹] ضرر و سود حاصل از این تصمیم گیری برای هر یک از اعضاء مشخص می‌گردد.
- در ادامه این مقاله الگوریتمهایی برای حل مدل‌های ریاضی و سازوکاری جهت مذاکره بین اعضاء ارائه گردید. سازوکار پیشنهادی برای دستیابی به هماهنگ سازی، سازوکار تخفیف بوده است که سازوکار پیشنهادی یک مقدار تخفیف خلق کرده طوری که منافع مالی حاصل از این هماهنگ سازی را بین هردو عضو این مجموعه تقسیم نماید و تنها یک عضو از این موضوع منتفع نگردد، در حالی که هزینه های کل سیستم را نیز حداقل می‌نماید.
- همانگونه که در بخش‌های قبلی اشاره گردید این مدل پیشنهادی را می‌توان در یک سیستم مبتنی بر عامل توسعه و پیاده نمود. توسعه یک سیستم مبتنی بر عامل جهت هماهنگ سازی در یک زنجیره تامین کار بعدی مولفین این تحقیق می‌باشد.
- [۱۰] همچنین در تحقیقات آتی می‌توان مدل و سازوکار رابرای سیستمی شامل یک فروشنده و چند خریدار و چند محصول توسعه داد که در آن به جای تخفیف برای هر محصول، مذاکره بر روی تخفیف روی خانواده محصول صوت پذیرد.
- توسعه مدل برای حالتی که هزینه‌های ارسال وابسته به مقدار اندازه سفارش بوده و از طرفی اندازه هر بار ارسال نیز یک مقدار عدد صحیح و مضربی از واحد بسته بندی اقلام ارسالی می‌باشد، می‌تواند یکی از حوزه های تحقیقاتی آتی باشد.
- [۱۱]
- [۱۲]
- [۱۳]
- [۱۴]
- [۱۵]
- [۱۶]
- [۱۷]
- [۱۸]

## ۸- منابع و مراجع

- [۱] Stadler, H. Kilger, C.; *Supply chain management and advanced planning*, 3<sup>rd</sup> Edition, Springer, 2005
- [۲] Ayers, J.; Ayers, J. B.; *Handbook of supply chain management*, 2<sup>nd</sup> Edition, CRC PERSS, 2001
- [۳] Narasimhan, R.; Carter, J.R.; "Linking business unit and material sourcing strategies", Journal of Business Logistics 19 (2), 155-171, 1998
- [۴] Thomas, D. J.; Griffin, P. M.; "Coordinated supply chain management" European journal of Operational Research' 94, 1-15, 1996
- [۵] Sarmah, S.P.; Acharya, D.; Goyal, S.K.; "Buyer Vendor Coordination models in supply chain management" European Journal of Operational Research, 2005
- [۶] Crowther, J.F.; "Rationale for quantity discounts", Harvard Business Review, 121-127, 1964
- [۷] Monahan, J.P.; "A quantity discount pricing model to increase vendor profits". Management Science 30 (6), 720-726. 1984
- [۸] Ben-Dayaa, M.; Hariga, M.; "Integrated single vendor single buyer model with stochastic demand and variable lead time", Int. J. Production Economics 92, 75-80, 2004

## ۹- پی‌نوئیس

- ۱- Supply Chain Management  
 ۲- Supplier  
 ۳- Distribution Center  
 ۴- Buyer-Vendor coordination  
 ۵- production-Distribution coordination  
 ۶- Inventory-Distribution coordination  
 ۷- Noncooperative and cooperative Game  
 ۸- Lead Time  
 ۹- Holonic Manufacturing System  
 ۱۰- Agent-based System

