تعيين سياست هماهنگ توليد و سفارش در زنجيره‌اي شامل يك خريدار و يك فروشنده با تقاضاي تصادفي

داود جعفري[i]، سيد محمد معطر حسيني[ii]، محمد حسين فاضل زرندي[iii]

چكيده:

هماهنگ سازي، يكي از اركان مهم در مديريت يك زنجيره تامين به منظور افزايش توان رقابتي، براي باقي مانـدن در بـازار مي‌باشد. هماهنگ سازي بر اساس مذاكره براي تدارك و توليد در زنجيره خريدار- فروشنده، از مباحث مورد توجـه تحقيقـاتي به خصوص در سيستمهاي نوين مي‌باشد. روش‌هاي مختلفي همچون تخفيف، كمينه سازي متغيرهاي تابع هايي كه هزينه‌هاي كل زنجيره رادر بر گرفته‌اند و مواردي از اين نوع توسعه داده شـده اسـت. در ايـن مقالـه، مـدلهاي رياضـي جهـت مدلـسازي تصميمات مستقل و توام اعضاء زنجيره‌اي شامل يك خريدار و يك فروشنده به منظور تعيين اندازه اقتصادي سفارش و توليد با تقاضاي تصادفي ارائه شده است. مقاله حاضر، به دنبال گسترش سازوكاري جهت مذاكره و انتخاب بهترين تـصميم از بـين تصميمات خلق شده در طي فرايند تصميم گيري است. روش پيشنهادي بر اساس سازوكار تخفيف مي‌باشد و مـدلهاي خلـق و ارزيابي پيشنهاد به منظور مذاكره بين اعضاء زنجيره براي هر يك از آنها تشريح شده است. همچنين نتايج عددي ارائه شـده، بيانگر عملكرد موثر مدل و سازوكار هماهنگ سازي با توجه به تغيير در پارامترهاي تصميم گيري است.

كلمات كليدي:

زنجيره تامين، هماهنگ سازي، يك خريدار-يك فروشنده، تدارك-توليد، تقاضاي تصادفي، سازوكار تخفيف

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.

[i] دانشجوي دكتري دانشكده مهندسي صنايع دانشگاه صنعتي امير كبير E-mail: d_jafari2000@yahoo.com

ii دانشيار دانشكده مهندسي صنايع- دانشگاه صنعتي اميركبير E- mail: moattarh@aut.ac.ir

iii دانشيار دانشكده مهندسي صنايع- دانشگاه صنعتي امير كبير E-mail zarandi@aut.ac.ir، mohammad.fazelzarandi@utoronto.ca

۱- مقدمه

درگذشته، تلاش و کوشش سازمانها براي تصميم گيري موثر، بر روي فعاليتهاي خود سازمان متمرکز بود. در تصميماتي مانند تعيين اندازه اقتصادي توليد، موجودي ،توزيع وديگر سياست گذاريها، تنها معيارها و مطلوبيت‌هاي هر سازمان به عنوان ملاکهاي تصميم گيري مورد توجه قرار مي‌گرفت و درنتيجه تصميمات در سيستمي متشکل از سازمانهاي مرتبط به طور جداگانه گرفته مي‌شد. موضوع مديريت زنجيره تامين که در دو دهه اخير تحقيقات و مطالعات زياد دانشگاهي و عملي را نيز به خود اختصاص داده به موضوع تصميم گيري، نگاهي متفاوت نسبت به گذشته دارد.

از اين ديدگاه ديگر يك سازمان به تنهايي پاسخگوي نياز بازار نبوده و بلکه اين زنجيره تامين است که مي‌بايست پاسخگوي نيازها و رقابت بازار باشد[۱]. با اين نگرش ديگر تصميمات نمي‌توانست توسط يك سازمان بدون در نظر گرفتن ديگر سازمانهاي موجود در زنجيره گرفته شود.

مديريت زنجيره تامين (SCM[1]) مسئول مديريت جريان اطلاعات و مواد در طول يك زنجيره از تامين کنندگان[۲]، توليد کنندگان و مراکز توزيع (DC[3]) به منظور افزايش رقابت پذيري براي ماندگاري در بازار آشفته و متغير کنوني است. دو رکن اساسي در مديريت زنجيره تامين، يکپارچه سازي و هماهنگ سازي مي‌باشد[۱].

هماهنگ سازي جريانها در طول زنجيره تامين را مي‌توان با استفاده از پيشرفتهاي اخير در فن آوري اطلاعات و ارتباطات به طور موثر بهبود بخشيد. اين جريانها در زنجيره تامين شامل اطلاعات ومواد است که براي افزايش اثر بخشي مديريت زنجيره تامين لازم است اين جريانها مديريت و هماهنگ گردند[۲].

در يك زنجيره تامين هر يك از موجوديتها اغلب متعلق به سازمانهاي مختلف مي‌باشند. از طرفي براي حرکت زنجيره به سمت افزايش رقابت پذيري در بازار لازم است که اهداف و سياست هاي موجوديتهاي حاضر دريك زنجيره در قالب يك سيستم يکپارچه همسو و پشتيبان يکديگر باشند. در چنين شرايطي که اهداف هر يك از اين موجوديتها مي‌تواند در تضاد با ديگر موجوديتها باشد، تصميم گيري هماهنگ و همسو کار بسيار مشکلي است. محققين زيادي ازجمله Carter و Narasimhan و همچنين Grifin وThomas بيان مي‌کنند که مديريت اثر بخش و يکپارچه‌سازي مناسب يك زنجيره تامين مستلزم هماهنگ‌سازي جريان مواد و اطلاعات بين تامين‌کنندگان، توليدکنندگان و مشتريان است[۳]، [۴].

راهبردهاي گوناگوني براي تنظيم فعاليتها و فرايندهاي کسب و کار بين اعضاي زنجيره تامين معرفي شده‌اند که هدف آنها شامل مواردي همچون بهبود عملکرد زنجيره تامين در حوزه هزينه، زمان پاسخگويي، چابکي و انعطاف پذيري در ارائه خدمات به مشتري و غيره است. هماهنگ‌سازي زنجيره تامين در ارتباط با توسعه و پياده‌سازي چنين راهبردهايي است. با مطالعه منابع مختلف چنين برداشت مي‌شود که هيچ راهبرد جهان‌شمولي وجود ندارد که بتواند در زنجيره‌هاي تامين مختلف موثر و کارا عمل کند.

به هر حال موضوع هماهنگ سازي در يك زنجيره را مي‌توان از ديدگاه‌هاي مختلف دسته بندي نمود. بطور مثال هماهنگ سازي مي‌تواند از نظر تعداد سطوح و از نظر سازوکارهاي مربوطه باشد، که در ادامه به آنها اشاره مي‌شود.
با انجام مطالعاتي Grifin و Thomas در حوزه هماهنگ‌سازي دو سطحي زنجيره تامين، آنها را از نقطه نظر عملياتي به ۳ دسته تقسيم بندي و تحت عناوين ۱ تا ۳ بيان نمودند[٤]:

۱- هماهنگ‌سازي خريدار- فروشنده[٤]
۲- هماهنگ‌سازي توليد- توزيع[5]
۳- هماهنگ‌سازي موجودي- توزيع[٦]

مرور جامعي بر ادبيات مدلها و سازوکار هماهنگ‌سازي خريدار- فروشنده توسط Sarmah و ديگران صورت گرفته است و آنها را به ۳ صورت ذيل تقسيم بندي نمودند[۵].

۱- بعضي از مدلها سود ساليانه تامين‌کننده را بيشينه مي‌کنند. اين گونه مدلها به عنوان مدلهاي هماهنگ‌سازي از نقطه‌نظر فروشنده/ توليدکننده در نظر گرفته مي‌شوند.

۲- بعضي از مدلها همه هزينه سيستم (هزينه خريدار و فروشنده) را با در نظر گرفتن سفارش‌دهي يکپارچه کمينه مي‌کنند. اين مدلها به عنوان مدلهاي هماهنگ‌سازي خريدار و فروشنده/توليدکننده يا مدلهاي توام در نظر گرفته مي‌شوند.

۳- بعضي از مقالات هماهنگ‌سازي خريدار و فروشنده از طريق تخفيف را به عنوان يك بازي غيرمشارکتي يا مشارکتي[۷] بررسي نموده‌اند.

اغلب مدلهاي اوليه و پايه معرفي شده در اين دسته بندي بر اساس سياست سفارش دهي و توليد بهر به بهر شکل گرفته‌اند. با توجه به اين موضوع که حوزه تحقيق اين مقاله در زمينه توسعه يك مدل توام (تابع هزينه کل سيستم) براي هماهنگ سازي در يك زنجيره تامين با يك خريدار و يك فروشنده مي‌باشد، در ادامه به پيشينه تحقيق در اين زمينه پرداخته مي‌شود.

در ضمن مروري بر کارهاي صورت گرفته، مدلهاي تصميم گيري و الگوريتمهاي حل آن تشريح مي‌گردد. در بخش بعدي سازوکار پيشنهادي جهت هماهنگ سازي تشريح و عملکرد مدل پيشنهادي با ارائه مثال عددي مورد ارزيابي قرار مي‌گيرد.

۲- پیشینه تحقیق

از اولين كساني كه در حوزه زنجيره تامين، شامل خريدار- فروشنده و موضوع هماهنگ سازي در اين زنجيره به تحقيق پرداخته‌اند مي‌توان به *Crowther* و *Monahan* اشاره نمود كه خيلي از تحقيقات بعدي بر اساس كار اين دو توسعه يافته‌اند [٦] و [٧]. در ادامه،*Goyal* بر روي يك مدل يكپارچه موجودي براي تامين كننده و يك مشتري كار نمود و در يك محيط قطعي براي آن يك مدل موجودي يكپارچه توسعه داد[٥].

تحقيق *Dolan* در ادامه كار *Crowther* بوده كه يك تخفيف كمي ويژه كه به عنوان سازوكاري كه باعث تشويق خريدار براي خريد مقداري كه باعث حداقل سازي كل هزينه سيستم مي‌گرديد، ارائه مي‌نمايد[٥].

در تحقيق *Lau* و *Lau* به تعيين سياست سفارش دهي بهينه براي خريداري كه يك سيستم مرور دائم را داشته و با دو فروشنده با عملكرد خوب و پايين براي تامين محصول مورد نياز خود ارتباط دارد، پرداخته شده است. كار تعيين سازوكار هماهنگ سازي با استفاده از تقسيم سود حاصل بين شركاء با كار *Weng* روي يك مدل توام و سازوكاري كه سود حاصل از هماهنگي را بين شركاء تقسيم كند شروع گرديد. اين مقاله نيز جهت هماهنگ سازي به دنبال ارائه روشي بمنظور متقاعد سازي شركاء براي پذيرش سياست توام مي‌باشد. همين محقق در ادامه كار خود بر روي تخفيف كلي و نموي تحت شرايطي كه قيمت نسبت به تقاضا حساس بود، مطالعه و تحقيق نمود [٥]. درادامه كارهاي قبلي، تحقيق *Goyal* روي يك مدل يكپارچه خريدار- فروشنده با فرض تقاضاي قطعي بود و نشان داد كه مقدار اقتصادي توليد براي فروشنده، يك مضرب عدد صحيح از مقدار تقاضاي خريدار مي‌باشد. همچنين در مدل او اولين ارسال مي توانست قبل از اينكه بهر توليدي برنامه ريزي شده به اتمام برسد براي خريدار ارسال گردد[٥].

در مطالعه *Goyal* و*Nebebe* به يك مدل توام كه هدف آن حداقل سازي هزينه‌هاي كل سيستم بود پرداخته و در ادامه تحقيق به موضوع تعيين سياست بهينه توليد و ارسال در اين مدل پرداختند[٥].

Hoqu و *Goyal* در مطالعه خود به ارائه مدلي توام با تعريف يك تابع هدف كه هزينه‌هاي كل سيستم را حداقل مي‌نمايد و تعيين سياست بهينه توليد و ارسال، پرداخته‌اند. در اين تحقيق محدوديت ظرفيت سيستم حمل و نقل در نظر گرفته شده است[٥].

در تحقيق صورت گرفته توسط *Ben-Dayaa* و *Hariga* (٢٠٠٤) مدلي براي يك زنجيره خريدار – فروشنده و با يك محصول با توجه به تقاضاي تصادفي و مدت زمان تحويلي كه تابعي از اندازه سفارش خريدار بود، ارائه كردند. در اين مقاله موضوع پارامترمربوط به هزينه‌هاي كمبود در مدل منظور شده و تعيين مقدار كمبود بهينه نيز به عنوان يكي از متغيرهاي تصميم در مدل لحاظ گرديد. اين محققين همچنين الگوريتمي براي حل مدل پيشنهادي خود ارائه نمودند[٨]. تابع هزينه توام ارائه شده در اين تحقيق به عنوان مدل بكار برده شده جهت توسعه مدل در اين مقاله مي‌باشد.

در ادامه كارهاي قبلي*Ertogral* ، *Darwish* و *Ben-Daya* روي هماهنگ سازي در يك زنجيره تامين شامل خريدار و فروشنده جهت تعيين مقدار ارسال و توليد بهينه تحقيق و مطالعه انجام دادند. در اين تحقيق هزينه حمل ونقل به طور مجزا و وابسته به ميزان ارسال در نظر گرفته و مدل و الگوريتم حلي را در اين شرايط توسعه داده اند [٩].

در تحقيق *Yue* و همكاران به بررسي و ارائه مدل جهت هماهنگي در يك سيستم خريدار- فروشنده كه تقاضا تابعي از قيمت مي‌باشد پرداخته شد. همچنين در اين مطالعه ، سازوكاري كه با استفاده از يك سيستم كاهش قيمت در محصول سود كل را افزايش دهد، توسعه داد شد.به نوعي در اين تحقيق مقدار كاهش بهينه قيمت در بازار تعيين مي‌شود [١٠].

موضوع مدت زمان تحويل و هماهنگ سازي با نظر گرفتن زمان تحويل در تحقيق *Hoque* و *Goyal* مورد توجه قرار گرفت. آنها درمطالعه خود براي حداقل سازي هزينه‌هاي راه اندازي توليد، سفارش و نگهداري موجودي در كل سيستمي كه مدت زمان تحويل را مي‌توان به بخش‌هاي مختلف تقسيم نموده، مدلي براي هماهنگ سازي خريدار - فروشنده توسعه داده و يك روش حل هيورستيك نيز در اين تحقيق ارائه نمودند [١١].

Zhou و *Wang* بر روي يك سيستم يكپارچه توليد و ارسال در يك زنجيره با يك خريدار و يك فروشنده مطالعه كردند. در مدل اين محققين با اولين ارسال موجودي توليد كننده صفر شده و ارسالهاي بعدي با يك ضريبي تغيير مي‌يابد. در اين تحقيق متغير تصميم علاوه بر ميزان اندازه انباشته شامل ضريب تغييري كه اندازه‌هاي ارسال در دفعات بعد از اولين ارسال، بر اساس آن تعيين مي‌گردد نيز مي‌باشد[١٢].

در حوزه هماهنگ سازي خريدار-فروشنده مي‌توان به كار محققين ديگري نيز اشاره كرد از جمله [١٣] ،[١٤]، [١٥] كه در تحقيقات آنها اعضاء زنجيره بيش از يك خريدار يا يك فروشنده بوده يا اينكه محصول تبادل شده بين آنها بيش از يك محصول بوده است. با توجه به هدف و موضوع اين مقاله از شرح بيشتر اين تحقيقات اجتناب مي‌شود.

با نگاهي به پيشينه مطالعاتي صورت گرفته در اين حوزه دريافت مي‌شود كه غالب تحقيقات انجام شده، حل مسئله را در شرايطي كه تقاضا قطعي بوده مورد تجزيه و تحليل قرار داده‌اند و موضوع تصادفي بودن تقاضا در اين مطالعات كمتر ديده شده است. مورد ديگر اينكه در فرايند هماهنگ سازي

مطرح شده در اين تحقيقات تنها از يك سازوكار بـراي هماهنـگ سازي كمك گرفته شده است.

در ادامه به توسعه مدل پيشنهادي براي هماهنگ سـازي در زنجيره تامين پرداخته خواهـد شـد كـه در آن تقاضـا تـصادفي بوده و همچنين سازوكار هماهنگ سازي يـك سـازوكار مركـب از حداقل سـازي تـابع هزينـه تـوام و سـازوكار تخفيـف بـراي دستيابي به توافق در يك بازي مشاركتي مي‌باشد.

۳- توسعه مدل پيشنهادي

قبل از ارائه مدل پيشنهادي فرضيات مسئله مطـرح و سـپس بر اساس اين فرضيات مدل بنا مي‌گردد.

۳-۱- فرضيات

۱- اعضاي زنجيره شامل يك خريدار- يك فروشنده مي‌باشند و زنجيره مورد نظر تدارك-توليد است .
۲- فقط يك محصول بين خريدار- فروشنده تبادل مي‌شود.
۳- تقاضا تصادفي وداراي توزيع نرمال و مدت زمان تحويـل[۸] قطعي و مشخص است.
٤- كمبود تنها براي خريدار مجاز مي‌باشد.
٥- تصميمات فروشنده برگرفته از تصميمات خريدار است.
٦- نرخ توليد فروشنده پيوسته و ثابت است.
۷- يك ماشين براي توليد مي‌باشد.
۸- هزينه ارسال مستقل از ميزان هر بار ارسال مي‌باشد.
۹- فروشنده هر بار به اندازه يك مـضرب صـحيح از هـر بـار ارسال توليد كرده و در انـدازه‌هـاي مـساوي بـه انـدازه q براي خريدار ارسال مي‌كند.
۱۰- كمبود به صورت پس افت بوده و تنها هزينه‌هاي مستقل از زمان براي آن در نظر گرفته مي‌شود.
۱۱- سيستم سفارش دهي بـراي خريـدار سياسـت مـرور دائـم (r,Q) يا همان سياست دو ظرفي مي‌باشد.
۱۲- اندازه هر بار ارسال با هم برابر مي‌باشد.

۳-۲- نگاشتهاي مدل

بعد از طرح فرضيات مدل، نگاشتهاي بكار رفته براي نـشان دادن متغيرها و پارامترهاي مدل معرفي مي‌گردد:

Q: اندازه هر بار توليد فروشنده

n: تعداد دفعات ارسال براي خريدار تا پايان يك اندازه توليد $(nq = \mathbf{Q})$

q: اندازه هر بار سفارش خريدار (يا هر بار ارسال)

P: نرخ توليد فروشنده

D: نرخ مصرف ساليانه

h_v: هزينه نگهداري هر واحد محصول در واحد زمان بـراي فروشنده

h_b: هزينه نگهداري هر واحد محصول در واحد زمان بـراي خريدار كه مقدار آن برابر $h_b = I * C$ مي‌باشد.

I: نرخ بهره سرمايه گذاري

C: قيمت خريد/ فروش هـر واحـد محـصول بـراي خريـدار/ فروشنده

A_v: هزينه هر بار راه اندازي براي فروشنده

A_b: هزينه هر بار سفارش (ارسال) براي خريدار

SS: ذخيره احتياطي

L: مدت زمان تحويل محصول به خريدار

X: متغير تصادفي تقاضا در مدت زمان تحويل كه از توزيع نرمال با ميانگين μ_L و انحراف معيار σ_L پيروي مي‌كند.

$f_X(x)$: تـابع چگـالي متغيـر تـصادفي تقاضـا كـه در تحقيق نرمال فرض شده است

r: نقطه سفارش مجدد

π: هزينه هر واحد كمبود پس افت

TC_b: هزينه كل براي خريدار

$C(ss)$: هزينه هاي ريسك با توجه به نقطه سفارش مجدد

TC_v: هزينه كل براي فروشنده

TCC:هزينه توام كل

۳-۳- هزينه هاي خريدار

هزينه‌هاي يـك خريـدار شـامل هزينـه‌هـاي سـفارش دهـي، نگهداري موجودي و هزينه كمبود موجودي اسـت كـه در ادامـه به مدل نمودن ايـن هزينـه‌هـا در تـابع هزينـه خريـدار پرداختـه مي‌شود:

هزينه هربار سفارش دهي= A_b

هزينه سفارش دهي يك دوره:

$$A_b \frac{D}{q} \qquad (۱)$$

متوسط موجودي :

$$\left(\frac{q}{2} + SS\right) \qquad (۲)$$

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

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

هزينه نگهداري موجودي خريدار:

$$h_b\left(\frac{q}{2} + SS\right) \qquad (۳)$$

متوسط كمبود در هر دوره برابر:

$$\bar{b}_{(r)} = E(X - r)^+ \qquad (٤)$$

$$E(X - r)^+ = \int_R^\infty (x-r) f_X(x) d \qquad (٥)$$

حال با توجـه بـه فـرض مـسئله كـه متغيـر تـصادفي داراي توزيع نرمال است:

$$\overline{b}(r) = \sigma_L G_u(k) \qquad (٦)$$

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

بنابراین هزینه کمبود در هر دوره : $\pi\bar{b}(r)$

متوسط هزینه کمبود در دوره :

$$\pi\bar{b}(r)\frac{D}{q} \qquad (۷)$$

پس تابع هزینه براي خریدار به صورت رابطه ۸ تعریف ميگردد:

$$TC_b=\frac{D}{q}[A_b+\pi\bar{b}(R)]+h_2(\frac{q}{2}+SS) \qquad (۸)$$

$$C(ss)=h_2(r-\mu_L)+\pi\frac{D}{q}\int_r^{\infty}(x-r)f_D(d)dx \qquad (۹)$$

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

$$q^*=\sqrt{\frac{2D(A_b+\pi\bar{b}(r))}{h_b}} \qquad (۱۰)$$

$$F(r)=\frac{\pi D-h_b q}{\pi D} \qquad (۱۱)$$

$$F(r)=p(Z\le K)=1-\alpha \qquad (۱۲)$$

۳-٤- هزینههاي فروشنده

هزینه هر بار راه اندازي تولید در هر دوره: A_v

هزینههاي راه اندازي تولید يك دوره:

$$A_v\frac{D}{nq} \qquad (۱۳)$$

متوسط موجودي کل سیستم (خریدار و فروشنده)

$$[\frac{nq}{2P}(P-D)+\frac{Dq}{P}]+SS \qquad (۱٤)$$

بنابراین متوسط موجودي براي فروشنده برابر است با:

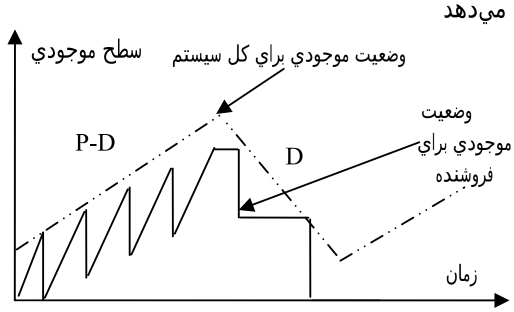
(متوسط موجودي خریدار- متوسط موجودي کل)

$$\left([\frac{nq}{2P}(P-D)+\frac{Dq}{P}]+SS-(\frac{q}{2}+SS)\right) \qquad (۱۵)$$

پس متوسط هزینه نگهداري براي فروشنده برابر است با:

$$h_v([\frac{nq}{2P}(P-D)+\frac{Dq}{p}]-\frac{q}{2}) \qquad (۱٦)$$

نمودار ۱ وضعیت موجودي براي فروشنده و کل سیستم را نشان ميدهد



نمودار ۱: وضعیت موجودي براي فروشنده و کل سیستم

رابطه ۱۷ تابع هزینه براي فروشنده را نشان ميدهد:

$$TC_v=\frac{D}{nq}A_v+h_v\left([\frac{nq}{2p}(p-D)+\frac{Dq}{p}]-(\frac{q}{2}+SS)\right) \qquad (۱۷)$$

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

$$n=\left(\sqrt{\frac{DA_v}{\frac{h_v q^2}{2}(1-\frac{D}{P})}}\right) \qquad (۱۸)$$

۳-۵- تابع هزینه کل سیستم

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

با توجه به مطالب ارائه شده در بخشهاي قبلي تابع هزینه کل بصورت رابطه ۱۹ تعریف ميگردد:

$$TCC(n,q)=\frac{D}{nq}A_v+\frac{D}{q}[A_b+\pi\bar{b}(r)] +h_v[(\frac{nq}{2P}(P-D)+\frac{Dq}{P})-\frac{q}{2}]+h_b(\frac{q}{2}+SS) \qquad (۱۹)$$

$$TCC(n,q)=\frac{D}{nq}\left[A_v+nA_b+n\pi\bar{b}_{(r)}\right]+ h_v\left(\frac{nq}{2P}(P-D)+\frac{D}{P}\right)+[h_b-h_v]\frac{q}{2}+h_b*SS \qquad (۲۰)$$

با توجه به تابع توام تعریف شده مقادیر بهینه براي متغیرهاي q و n به صورت روابط ۲۳-۲۱ ميباشد:

$$q^*=\sqrt{\frac{\left[A_v+nA_b+n\pi\bar{b}_{(r)}\right]D}{n(\left[h_v\left(\frac{D}{P}+\frac{(P-D)n}{2P}\right)\right]+\frac{\Delta h}{2})}} \qquad (۲۱)$$

$$\Delta h=h_b-h_v \qquad (۲۲)$$

$$n^*=\sqrt{\frac{DA_v}{\frac{h_v q^2}{2}(1-\frac{D}{P})}} \qquad (۲۳)$$

٤- تصمیم گيري در زنجیره

روابط تشریح شده اخیر، بیانگر توابعي ميباشند که اعضاء زنجیره بر اساس آنها تصمیمات خود را گرفتهاند و شکل توابع ارائه شده در این مقاله با تفاوتهاي کمي در کارهاي محققین قبلي این حوزه نیز دیده شده است.

کار اصلي این تحقیق، تعیین چگونگي تصمیم گرفتن هماهنگ شده با توجه به این توابع هدف متفاوت در يك زنجیره،

است. در كارهاي قبلي بر اساس يك تابع هدف واحد تـصميمات هماهنگ سازي صورت مي‌گرفت و براي هـر يـك از ايـن مـدلها نيز يك سازوكار هماهنگ سازي تعريف مي‌گرديد. ولـي در ايـن تحقيق، اعضاء هم تابع هزينه خود و هم تابع هزينـه تـوامي كـه هزينه كـل سيـستم را مـدل كـرده در نظـر گرفتـه و بـر اسـاس سازوكاري كه تشريح خواهد شد، اقدام بـه تـصميمات هماهنـگ شده، مي‌نمايند.

همچنين چنانچه خريدار و فروشنده بتواننـد يـك سـازوكار هماهنگ سازي جهت يك تصميم هماهنگ شده پيدا كننـد، سـود حاصل از سيستم توام از مجموعه سود تك تك اعـضاء بيـشتر خواهد بود كه اين موضوع نيزبه شرط داشتن اطلاعات درسـت از وضعيت ساختار هزينه اي يكديگر مي‌باشد[١٦].

بنابراين در روش ارائه شده هريك از اعضاء اقدام به تعيين سياست بهينه به طور مستقل براي خود مي‌نمايند. حال با توجه به تصميمات مستقل و تابع هزينه توام، اعضاء زنجيره به دنبال يافتن يك راهبرد سفارش دهي و توليد مناسـب خواهنـد بـود، بطوريكه اولا باعث مـي شـود كـه وضـعيت آنهـا از تـصميمات مستقل خود بدتر نشده و ثانيا باعث حـداقل سـازي هزينـه‌هـاي كل زنجيره شـود. بنـابراين ابتـدا بـا اسـتفاده از روشـهاي حـل كلاسيك و شناخته شده مقادير بهينه تصميمات مـستقل و تـوام تعيين مي‌گردد. در بخشهاي بعـدي چگـونگي دسـتيابي بـه يـك تصميم هماهنگ از ميان جوابهاي خلق شده ارائه مي‌گردد.

٤-١- تصميم بهينه خريدار

همانگونه كه در بخشهاي قبلي بيان شد، مقادير بهينه هر يك از متغيرهـاي تـصميم تـابعي از متغيـر تـصميم ديگـري اسـت. بنابراين با توجه به وجـود متغيرهـاي تـصميم وابـسته بـه هـم مشابه متغيرهاي موجـود در كارهـاي [٥]، [٨] و الگوريتمهـاي حل به كاربرده شده در اين مراجع، اين مقالـه نيـز جهـت تعيـين مقدار اين متغيرها از الگوريتمهاي تكـرار شـونده بـراي بدسـت آوردن يك حل تقريبي، كمك مي‌گيرد.

اينك بـا اسـتفاده ازيـك الگـوريتم تكـرار شـونده، مـي‌تـوان سياست بهينه سفارش دهي و متوسط كمبود خريـدار را تعيـين نمود.

قـدم ١) $\bar{b}(r)=0$ قـرار داده و مقـدار q را از رابطـه (١٠) تعيين نمائيد.

قدم ٢) مقدار q بدست آمـده از گـام قبلـي را در رابطـه (١١) قرار داده تا مقدار $F(r)$ و بـه دنبـال آن مقـدار r و $\bar{b}(r)$ جديـد حاصل گردد.

قـدم ٣) بـا مقـدار جديـد $\bar{b}(r)$ مقـدار q را از رابطـه (١٠) محاسبه نمائيد و به گام ٢برويد مگر اينكه ٢مقدار متوالي q يـا r يكسان يا به اندازه كافي به هم نزديك شده باشند. حـال آخـرين مقدار r يا q كه منجر به توقف الگوريتم شده، به عنوان تـصميم خريدار در نظر گرفته مي‌شود.

٤-٢- تصميم بهينه فروشنده

بعد از تعيين مقدار $\bar{b}(r)$ و q بهينه خريدار، نوبت به تعيـين سياست توليد فروشنده تحت عنوان يـك پيـرو در بـازي، جهـت هماهنگي با سياست خريدار مي‌باشد. فروشنده نيز با توجـه بـه مقدار q تعيين شده و رابطه (١٨) اندازه n و به دنبـال آن مقـدار توليـد اقتـصادي ($Q=nq$) خـود را تعيـين مـي‌كنـد. فروشـنده مي‌بايست در هر بار توليد، بـه انـدازه n برابـر مقـدار سـفارش خريدار، كه يك مضرب صـحيح مـي‌باشـد، توليـد كنـد. چنانچـه مقدار رابطه (١٨) يك عدد كسري بود مقـادير $\lfloor n \rfloor$ و $\lceil n \rceil$ (كـه به ترتيب بيانگر گرد نقـصاني و گـرد اضـافي n مـي‌باشـند) در رابطه (١٧) قرار داده و هر يك كه هزينه كمتري را ايجاد كرد، به عنوان جواب در نظر گرفته مي‌شود.

٤-٣- تصميم بهينه توام

مقادير تعيين شده در بخشهاي قبلي بـراي انـدازه سـفارش، توليد و كمبود نمايانگر تصميمات مستقل هر يك از اين اعضاء و فارغ از پارامترها و سـاختار هزينـه‌اي شـريك ديگـر مـي‌باشـد. ولي تابعي كه به صورت توام براي هزينه‌هاي هر دو عضو تهيه شده است، مقاديري را تعيين مي‌كند كه هزينه مجموع را حـداقل مي‌سازد.

همانگونه كه از روابـط (٢١) و (٢٣) مـشخص اسـت مقـادير q^*, n^* تابعي از ديگري بوده و مستقل از هم نمـي‌باشـند، پـس براي تعيين مقدار بهينـه آنهـا از الگـوريتم ديگـري كمـك گرفتـه مي‌شود:

گـام ١) $n^0=1$ قـرار داده و بـا ا اسـتفاده از رابطـه (٢١) مقدار q^0 را محاسبه نمائيد.

گام ٢) مقدار بدست آمده q^i و n^i را در رابطه (٢٠) قـرار داده تا مقدار هزينه‌هاي اين تصميم تعيين گردد.

در صـــورتي كـــه $TCC(n^{i-1},q^{i-1}) \le TCC(n^i,q^i)$ و $TCC(n^{i-1},q^{i-1}) \le TCC(n^{i-2},q^{i-2})$ باشد الگـوريتم را متوقف نمائيد و $q^*=q^{i-1}$ و $n^*=n^{i-1}$ قرار دهيـد و در غيـر اينصورت به گام سوم برويد.

گـام ٣) $n^{i+1}=n^i+1$ قـرار داده و مقـدار n جديـد را در رابطه(٢١) قرار داده تا مقدار q^{i+1} حاصل شود. حال بـه گـام ٢ برويد.

٥- رويه يك تصميم گيري هماهنگ

همانگونه كه اشاره گرديد دركارهاي قبلـي توسـط محققـين، جهت هماهنگ سازي زنجيره با استفاده از يك تابع تـوام، مـدلي

توام با توجه به ساختار هزينه خريدار و فروشنده ارائه شده است كه پس از آن با ارائه الگوريتمهايي، اقدام به حل آن مدلها نموده‌اند. از جمله مي‌توان به كارهاي صورت گرفته در مراجع [۷]،[۸]،[۹]،[۱۰]،[۱۱] اشاره نمود كه بدون توجه به چگونگي رويه يك تصميم گيري هماهنگ، تنها يك مدل را جهت مدلسازي هزينه‌هاي كل زنجيره تعريف و سپس اقدام به حل مدل نموده‌اند. حال آنكه در اين تصميم توام چه كسي سود يا زيان ديده در كارهاي قبلي تاكنون مطرح نشده است. همچنين در كليه كارهاي صورت گرفته، خريدار و فروشنده در يك بازي كه هر دو داراي يك وزن بودند مورد نظر قرار مي‌گرفتند در حاليكه در تحقيق حاضر، خريدار نقش رهبر بازي را داشته و تصميمات او از اولويت بالاتري برخوردار است. بنابراين در سازوكار پيشنهادي در تصميم نهايي براي خريدار، هزينه‌اي بيش از هزينه بهينه سيستم مستقل خود منظور نخواهد شد.

همچنين در سالهاي اخير با توجه به توسعه سيستمهاي هوشمند توليد (سيستم توليد هولونيك[۹] و سيستمهاي مبتني بر عامل[۱۰]) روشها و سازوكارهاي مذاكره بين عاملهاي يكي از موضوعات تحقيقاتي در اين حوزه بوده است كه مورد توجه قرار گرفته و از جمله مي‌توان به [۱۷] و[۱۸] اشاره نمود. لذا موضوع مذاكره و سازوكار خلق پيشنهاد و بررسي پيشنهادات توسط اعضاء زنجيره جهت مذاكره در اين مقاله قابليت بكار گيري در سيستمهاي هوشمند را نيز دارد.

براي تكميل كارهاي صورت گرفته، اينكه تصميم توام چه منافع و زيانهاي احتمالي (ازنظر اقتصادي) براي شركاء داشته را مد نظر قرار داده تا با توجه به اين موضوع مدلي عملي براي تصميم گيري هماهنگ و بكارگيري اين تصميم با مشاركت بيشتر اعضاء زنجيره ايجاد شود.

معيارهاي تصميم گيري در اين مرحله براي خريدار ميزان تغييرات (افزايش) در هزينه‌هاي او مي‌باشد و براي فروشنده ميزان كاهش در سود ناشي از پذيرش سياست هماهنگ شده بر اساس مدل توام مي باشد. بنابراين پارامتر مورد مذاكره جهت دستيابي به يك سياست هماهنگ، قيمت خريد محصول مي‌باشد. چنانچه در سياست توام، خريدار متحمل هزينه‌هاي بيشتري نسبت به سياست تصميم گيري مستقل گردد و فروشنده در اين تصميم گيري سودمند گردد پس لازم است مقداري از سود حاصل از اين هماهنگ سازي كه پاسخگوي افزايش هزينه هاي قبول تصميم هماهنگ سازي مي‌باشد را به خريدار منتقل نمايد. اين موضوع نيز از طريق در نظر گرفتن تخفيف در قيمت براي خريدار مي‌تواند ميسر مي‌باشد.

به عبارتي اين مرحله از بين مجموعه جوابهاي خلق شده (تصميمات مستقل و توام) به دنبال يافتن راه حلي است كه بتواند بهترين جواب را انتخاب و شرايطي را جهت تشويق اعضا براي پذيرش اين تصميم فراهم آورد. در اين بخش به تشريح مدل مورد نظر پرداخته مي‌شود.

۵-۱- تعيين حداكثرقيمت پيشنهادي خريدار

خريدار با توجه به اختلاف هزينه‌اي كه بين تصميم گيري مستقل و پذيرش تصميم توام براي سياست سفارش دهي خود دارد، اقدام به تعيين يك قيمت پيشنهادي مي‌كند كه اين افزايش هزينه را پوشش دهد. بنابراين تابعي كه تعريف مي‌شود عبارت است از:

$0 \leq$ هزينه خريدار با سياست مستقل-هزينه خريدار با سياست توام

رابطه فوق بيانگر اين موضوع مي‌باشد:

$$D\ d_k C + \left[\frac{D}{q_j}\left(A_B + \pi \bar{b}_{(r)}\right) + \frac{1}{2} I\ d_k C q_j \right] - D\ C - \left[\frac{D}{q_b}\left(A_B + \pi \bar{b}_{(r)}\right) + \frac{1}{2} I\ C q_b \right] \leq 0 \qquad (۲٤)$$

q_j: مقدار سفارش اقتصادي خريدار بر اساس سياست توام

q_b: مقدار سفارش اقتصادي خريدار بر اساس سياست مستقل

d_k: عددي بين ۰ تا ۱مي باشد به عبارتي$(1-d_k)$ درصد تخفيفي است كه به خريدار براي قيمت هر محصول داده مي‌شود. بقيه نگاشتهاي موجود در رابطه(۲٤) همان تعريفي را دارند كه پيشتر بيان گرديده است.با توجه به معلوم بودن تمامي پارامترها، مسئله، تعيين مقدار d_k مي‌باشد. زماني كه اين مقدار مشخص گرديد نشان دهنده اين است كه خريدار جهت پذيرش تصميم توام حداكثر چقدر بابت خريد حاضر است پرداخت نمايد. پس از رابطه(۲٤) رابطه (۲۵) حاصل مي‌گردد:

$$d_k^{\max} = \left[\frac{\left(\frac{D}{q_b} - \frac{D}{q_j}\right)\left(A_b + \pi \bar{b}_{(r)}\right) + \frac{1}{2} ICq_b + DC}{\frac{1}{2} ICq_j + DC} \right] \qquad (۲۵)$$

به عبارت ديگر حداكثر قيمت پرداختي توسط خريدار با توجه به سياست توام، برابر $C^{\max} = d_k^{\max}.C$ مي‌باشد. با توجه به اين رابطه مي‌توان چنين گفت كه خريدار حداقل تخفيفي كه مي‌خواهد عبارت است از:

$$(1-d_k^{\max}) = (1-d_k)_{\min} = \left[\frac{\frac{1}{2} IC\left(q_j - q_b\right) - \left(\frac{D}{q_b} - \frac{D}{q_j}\right)\left(A_b + \pi \bar{b}_{(r)}\right)}{\frac{1}{2} ICq_j + DC} \right] \qquad (۲٦)$$

حال اين مقدار تخفيف به فروشنده پيشنهاد مي‌گردد تا فروشنده آن را بررسي نمايد.

۵-۲- تعيين حداقل قيمت پيشنهادي فروشنده

فروشنده چون در اين هماهنگ سازي نقش يك پيرو را

بازي مي‌كند، بنابراين وضـعيت هزينـه‌هـاي آن بعـد از تـصميم گيري توام بهتر خواهد شد. پس ملاكي كه او براي تعيين حداقل قيمت مي‌تواند منظور نمايد مقدار اختلاف سودي است كه قبل و بعد از تصميم گيري توام براي او ايجـاد مـي‌شـود. پـس نتيجـه مي‌شود كه.

(درآمد حاصل از فروش محصول به خريدار)]=سود فروشنده [(هزينه های سيستم موجودی توليد كننده)-

(نظر به اينكه هزينه‌هاي ديگـر سيـستم بـا توجـه بـه تغييـر سياست موجودي تغيير در آنها رخ نمي‌دهـد و در تغييـر سـود نيز بي تاثير مي‌باشند، از منظور نمودن آنها صرفه نظر گرديـده است).

با توجه به تعريفي كه از سود ارائه گرديد:

{سودفروشنده با سياست توام} - {سودفروشنده با سياست مستقل} ≥ 0

بنابراين با تعاريف ارائه شده:

$$\left(D\, d_k C - \frac{D}{nq_j}A_v - h_v([\frac{n_j q_j}{2p}(p-D)+\frac{Dq_j}{p}]-(\frac{q_j}{2}+SS))\right) - \left(D\, C - \frac{D}{nq_b}A_v - h_v([\frac{n_b q_b}{2p}(p-D)+\frac{Dq_b}{p}]-(\frac{q_b}{2}+SS)\right) \geq 0 \qquad (۲۷)$$

با توجه رابطه (۲۷)، فروشنده مي‌تواند حـداقل قيمـت مـورد قبول را تعيين نمايد كه اين مقدار نيز برابر رابطه ۲۸ مي‌باشد:

$$d_k^{\min} = \frac{DC + TC_v^{q_j} - TC_v^{q_b}}{DC} \qquad (۲۸)$$

$TC_v^{q_j}$: نشانگر هزينـه سيـستم موجـودي فروشـنده بـه ازاي تصميم توام مي‌باشد.

$TC_v^{q_b}$: نشانگر هزينه سيستم موجودي فروشنده به ازاي تصميم مستقل مي‌باشد. (اين مقادير به ازاي قرار دادن q_j, q_b در رابطه(۱۷) حاصل مي‌گردد)

با توجه به رابطه (۲۸) حـداقل قيمـت قابـل قبـول فروشـنده برابر است با:

$$C_{\min} = d_k^{\min}.C \qquad (۲۹)$$

بنابراين حداكثر تخفيفي كه فروشنده مـي‌توانـد بدهـد برابـر خواهد بود با:

$$(1-d_k)_{\max} = \frac{TC_v^{q_b} - TC_v^{q_j}}{DC} \qquad (۳۰)$$

اكنون چنانچه مقـدار $C_{\min} \leq C_{\max}$ باشـد يـا بـه عبـارتي قيمت پيـشنهادي خريـدار بـيش از قيمـت مـورد نظـر فروشـنده باشـد، فروشـنده آن را پذيرفتـه و بـه خريـدار اعـلام كـرده تـا سياست توام بـا توجـه بـه قيمـت مـورد توافـق بـه عنـوان يـك سياست هماهنگ شده به كار گرفته شود.

درصورتي كه اين قيمت فراتر از قيمـت پيـشنهادي خريـدار باشد، سياست تصميم گيري مستقل به عنوان سياسـت پذيرفتـه شده اعلام و قيمت محـصول نيـز همـان قيمـت ابتـدايي منظـور مي‌شود.

٦- بررسي و تحليل عددي مدل

در اين بخش عملكرد مدل و عملي بودن سـازوكار هماهنـگ سازي پيشنهادي با ارائه مثال عددي و تغييرات در پارامترهـاي ورودي مدل مورد بررسي قرار خواهد گرفت.

اطلاعات اوليه و پايه كه در اين مثال بكار برده شده است به شرح ذيل مي‌باشد:

D= ۱۵۰۰۰ واحد نرخ مصرف ساليانه براي مصرف كننده

P= ٤۵۰۰۰ واحد نرخ توليد فروشنده

A_v = ۱۵۰واحد پولي هزينه هر بار راه انـدازي توليـد بـراي فروشنده

A_b=۷۵ واحد پولي هزينه هر بار سفارش دهي خريدار

h_b= ۵ واحد پولي هزينه نگهداري هر واحد محصول در هر واحد زمان براي خريدار

h_v= ٤ واحد پولي هزينه نگهداري هر واحد محصول در هر واحد زمان براي فروشنده

π = ٤۰ واحد پولي هزينه هر واحد كمبـود پـس افـت بـراي خريدار

X: متغيـر تـصادفي تقاضـا در مـدت زمـان تحويـل داراي توزيع نرمال با ميانگين ٤۲۰ واحـد و انحـراف معيـار ۵۰ واحـد مي‌باشد.

I= ۱۵% ارزش ريالي سرمايه درگير موجودي

C= ۵۰ واحد پولي

نتايج حل مدل و سـازوكار همـاهنگي بـه طـور خلاصـه در جدول ۱ آورده شده است.

در اين جدول مشاهده مي‌گـردد عـلاوه بـر بررسـي مـدل و سـازوكار بـه ازاي مقـادير اوليـه ورودي، همچنـين بـه منظـور ارزيابي اعتبـار مـدل و سـازوكار، مـسئله بـه ازاي پارامترهـاي مختلف حل و خلاصه نتايج آنها در اين جدول آورده شده است.

در تمامي موارد، مقادير هزينه كل سيستم بـه ازاي تـصميم توام كمتر از هزينه كل تصميمات مـستقل (مجمـوع هزينـه‌هـاي مستقل) مي‌باشد و همچنين نتايج حاصـل از حـل مـدل بـه ازاي مقادير مختلف پارامترها نشان مـي‌دهـد كـه، هميـشه سـازوكار هماهنگ سازي قادر به خلـق و ارائـه پيـشنهادي بـراي اعـضاء جهت قبول تصميم توام مي‌باشد.

همانگونـه در جـدول ۱ مـشاهده مـي‌گـردد تنهـا در۲ مـورد كاهش در هزينه‌ها تصميم گيري توام نسبت بـه تـصميم گيـري مستقل بسيار ناچيزي بوده است كه براي خريـدار و فروشـنده تفاوتي جهت انتخاب از بين آنها نمي‌نمايد.

همچنين با توجه به نتايج حاصل از حل مدل به ازاي مقادير

مختلف تقاضاي ساليانه پي برده مي‌شود كه مدل تصميم گيري حساسيت بيشتري را از خود نشان داده است. همانگونه كـه در جـدول نـشان داده شـده اسـت بـا تغييـر در ميـزان تقاضـا (تغييرتقاضـاي سـاليانه و تقاضـا در مـدت زمـان تحويـل) مـدل بهبودهاي بيشتري را براي سيستم حاصل مي‌نمايد.

همچنين علاوه بر اينكه درتمامي موارد هزينـه كـل سيـستم كاهش يافته، سـازوكار پيـشنهادي منجـر بـه خلـق پيـشنهاداتي گرديده است كه هزينه هر يك از اعضاء نيز با توجه به قبول

جدول ۱: خلاصه نتايج حاصل از حل مدل و به كار گيري سازوكار هماهنگ سازی

تخفيف فروشنده	تخفيف خريدار	$\bar{b}_{(r)}$	n_j	n_b	q_j	q_b	درصد بهبود در هزينه ها	هزينه كل هماهنگ	مجموع هزينه هاي مستقل	تصميمات ترها	
%۰,۰۱	%۰,۰۰۲	۰,۰۹۱	۲	۲	۷۵۹,۰۷	۶۸۶,۹۶	%۰,۴۵	۶۷۰۵,۱	۶۷۳۵,۳۹	۱۵۰	A
%۰,۰۲	%۰,۰۱	۰,۰۹۱	۲	۳	۸۱۸,۵	۶۸۶,۹۶	%۰,۸۳	۷۱۸۰,۵۱	۷۲۴۰,۳۸	۲۰۰	
%۰,۰۲	%۰,۰۰۱	۰,۰۹۱	۳	۳	۷۳۲,۰۹	۶۸۶,۹۶	%۰,۱۹	۷۹۵۳,۴	۷۹۶۸,۲۳	۳۰۰	
%۰,۰۱	%۰,۰۰۵	۰,۰۹۱	۳	۴	۷۹۷,۴۷	۶۸۶,۹۶	%۰,۵۵	۸۶۰۷,۱۹	۸۶۵۵,۱۸	۴۰۰	
%۰,۰۰۱	%۰,۰۰۰۳	۰,۰۹۱	۴	۴	۷۱۳,۵۳	۶۸۶,۹۶	%۰,۰۷	۹۱۹۴,۹	۹۲۰۱,۰۷	۵۰۰	
%۰,۰۱	%۰,۰۰۲	۰,۰۹۱	۴	۴	۷۵۶,۰۶	۶۸۶,۹۶	%۰,۴۳	۹۷۰۵,۲۵	۹۷۴۶,۹۷	۶۰۰	
%۰,۰۰۱	%۰,۰۰۰۴	۰,۱۱	۳	۳	۵۵۷,۴۲	۵۶۳,۷۹	%۰,۰۱	۷۹۲۰,۲۸	۷۹۲۰,۷۲	۰,۱۵	I
%۰,۰۰۱	%۰,۰۰۰۵	۰,۱۳۶	۳	۳	۵۱۰,۷۷	۴۹۱,۲۵	%۰,۰۷	۸۸۶۱,۵۲	۸۸۶۷,۳۴	۰,۲	
%۰,۰۰۵	%۰,۰۰۲	۰,۱۵۳	۳	۳	۴۷۴,۱۳	۴۴۱,۲۷	%۰,۲۲	۹۷۷۲,۳۱	۹۷۹۳,۷۲	۰,۲۵	
%۰,۰۰	%۰,۰۰	۰,۱۷۳	۴	۴	۴۰۳,۵۲	۴۰۴,۷۴	%۰,۰	۱۰۶۱۷,۱۸	۱۰۶۱۷,۴۳	۰,۳	
%۰,۰۰	%۰,۰۰	۰,۱۹	۴	۴	۳۸۳,۴	۳۷۶,۱۶	%۰,۰۱	۱۱۳۹۶,۸	۱۱۳۹۸,۵	۰,۳۵	
%۰,۰۸۲	%۰,۰۶۴	۰,۰۶۸	۱	۲	۸۹۶,۵	۵۵۷,۵۷	%۹,۱۱	۴۸۵۲,۱۸	۵۳۳۸,۳۲	۱۰۰۰۰	D
%۰,۰۱	%۰,۰۰۲	۰,۰۹۴	۲	۲	۸۷۶,۸۱	۷۹۳,۷	%۱۵,۳۷	۶۶۲۰,۷۵	۷۸۲۲,۹۱	۲۰۰۰۰	
%۰,۰۰۵	%۰,۰۰۲	۰,۰۹۱	۲	۳	۹۷۹,۹۲	۸۸۶,۷۹	%۱۸,۰۷	۷۰۵۹,۳۵	۸۶۱۶,۴۲	۲۵۰۰۰	
%۰,۰۰۱	%۰,۰۰۰۴	۰,۰۸۵	۳	۳	۹۲۵,۲	۹۶۹,۹۵	%۰,۱	۹۲۲۷,۸۲	۹۲۳۷,۱۱	۳۰۰۰۰	
%۰,۰۱	%۰,۰۰۲	۰,۰۷۹	۴	۴	۹۳۱,۴۱	۱۰۴۶,۱۲	%۰,۶۱	۹۶۳۱,۱۵	۹۶۸۹,۸۵	۳۵۰۰۰	
%۰,۰۱	%۰,۰۰۲	۰,۰۹۱	۲	۲	۷۵۹,۰۸	۶۸۶,۹۶	%۰,۴۵	۶۷۰۵,۱	۶۷۳۵,۳۹	۵۰۰۰۰	P
%۰,۰۶	%۰,۰۶	۰,۰۹۱	۱	۲	۱۱۲۹,۶۹	۶۸۶,۹۶	%۰,۴۷	۶۷۰۴	۶۷۳۵,۳۹	۱۲۰۰۰۰	
%۰,۰۷	%۰,۰۶	۰,۰۹۱	۱	۲	۱۱۳۷,۶۵	۶۸۶,۹۶	%۱,۰۹	۶۶۶۲,۰۷	۶۷۳۵,۳۹	۱۵۰۰۰۰	

تصميم هماهنگ شده، افزايش پيدا نمي‌كنـد. بـا توجـه اينكـه مثال در يك بازه وسـيع از تغييـرات در پارامترهـا مـدل تحليـل گرديده است نتيجه نشان مـي‌دهـد كـه در همـه مـوارد تخفيـف مورد درخواست خريـدار مـورد قبـول فروشـنده واقـع گرديـده است و اين موضوع باعث افزايش سود فروشنده‌اي مي‌گردد كه در زنجيـــره تـــصميمات خريـــدار در اولويـــت بـــوده و او در اين بازي تنها يك پيرو بوده است.

همانگونه كه در جدول ۱ نشان داده شـده اسـت، در تمـامي مـوارد ورودي مرحلـه اول مـدل بـه عنـوان يـك ورودي جهـت ارزيابي و انتخاب و مبنايي جهت مذاكره در مرحله دوم بـه كـار گرفته شده است و نتايج مناسبي كه سبب كاهش هزينـه‌هـا كـل سيستم و افزايش سود فروشنده گرديده است. بـا وجـود اينكـه بهينه سازي تابع هزينه توام در غالـب مـوارد تـصميمات بهينـه خريدار را تامين نمي‌كند ولي در تمـامي حـالات بررسـي شـده، سـازوكار پيـشنهادي، راه حـل مناسـبي را بـراي جبـران ايـن موضوع ارائه مـي‌كنـد. از اينـرو سـازوكار ارائـه شـده روشـي مناسب براي مذاكره خواهد بود.

۷- نتيجه گيري

در تحقيقات قبلي با استفاده از يك سازوكار هماهنگ سـازي به طور مثال بهينه سازي تابع هزينه توام كل زنجيـره، اقـدام بـه تعيين يك استراتژي مي‌نمودند كه در آن به طور دقيـق مـشخص نبـود كـدام عـضو از ايـن هماهنـگ سـازي منتفـع و كـدام يـك هزينه‌هاي بيشتري را متقبل مي‌گردد.

دراين مدل پيشنهادي زنجيره شامل دو عضوي است كه يكي از اعضاء (خريدار) داراي وزن بيشتري در تصميم گيري اسـت. بنابراين در مدل پيشنهادي با توجه به تصميم گيريهـاي مـستقل، هر يك از اعضا معياري را جهت توجيـه پـذيرش يـا رد تـصميم توام فراهم آورده و بدنبال آن بر اسـاس يـك مـدل كمـي مقـدار ضرر و سود حاصل از اين تصميم گيري براي هر يك از اعضاء مشخص مي‌گردد.

در ادامه اين مقاله الگوريتمهايي براي حل مدلهاي رياضـي و سازوكاري جهـت مـذاكره بـين اعـضاء ارائـه گرديـد. سـازوكار

پيشنهادي براي دستيابي به هماهنگ سازي، سازوكار تخفيف بوده است كه سازوكار پيشنهادي يك مقدار تخفيف خلق كرده طوري كه منافع مالي حاصل از اين هماهنگ سازي را بين هردو عضو اين مجموعه تقسيم نمايد و تنها يك عضو از اين موضوع منتفع نگردد، در حالي كه هزينه هاي كل سيستم را نيز حداقل مي‌نمايد.

همانگونه كه در بخش‌هاي قبلي اشاره گرديد اين مدل پيشنهادي را مي‌توان دريك سيستم مبتني بر عامل توسعه و پياده نمود. توسعه يك سيستم مبتني بر عامل جهت هماهنگ سازي در يك زنجيره تامين كار بعدي مولفين اين تحقيق مي‌باشد.

همچنين در تحقيقات آتي مي‌توان مدل و سازوكار رابراي سيستمي شامل يك فروشنده و چند خريدار و چند محصول توسعه داد كه در آن به جاي تخفيف براي هر محصول، مذاكره بر روي تخفيف روي خانواده محصول صوت پذيرد.

توسعه مدل براي حالتي كه هزينه‌هاي ارسال وابسته به مقدار اندازه سفارش بوده و از طرفي اندازه هر بار ارسال نيز يك مقدار عددصحيح و مضربي از واحد بسته بندي اقلام ارسالي مي‌باشد، مي‌تواند يكي از حوزه هاي تحقيقاتي آتي باشد.

۸- منابع و مراجع

[١] Stadtler, H. Kilger, C.; *Supply chain management and advanced planning* ,3rd Edition, Springer, 2005

[٢] Ayers, J.; Ayers, J. B.; *Handbook of supply chain management*, 2nd Edition, CRC PERSS, 2001

[٣] Narasimhan, R.; Carter, J.R.; *" Linking business unit and material sourcing trategies"*, Journal of Business Logistics 19 (2), 155–171, 1998

[٤] Thomas, D. J.; Griffin, P. M.;*" Coordinated supply chain management"* European journal of Operational Research' 94, 1-15, 1996

[٥] Sarmah,S.P.; Acharya, D.; Goyal, S.K.; *"Buyer Vendor Coordination models in supply chain management"* European Journal of Operational Research, 2005

[٦] Crowther, J.F.;. *"Rationale for quantity discounts"*, Harvard Business Review, 121–127, 1964

[٧] Monahan, J.P.;*" A quantity discount pricing model to increase vendor profits*". Management Science 30 (6), 720–726. 1984

[٨] 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

[٩] 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

[١٠] 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.

[١١] 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

[١٢] 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.

[١٣] 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

[١٤] 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

[١٥] 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

[١٦] Li, J.; Liu, L.; *"Supply chain coordination with quantity discount policy"*, Int. J. Production Economics, 2005

[١٧] 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

[١٨] 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- پي نويس

١-*Supply Chain Management*
٢-*Supplier*
٣-*Distribution Center*
٤- *Buyer-Vendor coordination*
٥- *production-Distribution coordination*
٦- *Inventory-Distribution coordination*
٧- *Noncooperative and cooperative Game*
٨ -*Lead Time*
٩- *Holonic Manufacturing System*
١٠- *Agent-based System*