

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کنترل موجودی و قیمت گذاری توام کالاهای فسادپذیر در یک زنجیره تامین دوسطحی

فرید پیمان دوست^{۱*}، عیسی نخعی^۲، رضا میهمی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس، farid_pdt@yahoo.com

^۲ دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس، nakhai.isa@gmail.com

^۳ دانشجوی دکتری مهندس صنایع، دانشگاه امیرکبیر، maihami_reza@yahoo.com

چکیده

در این مقاله یک مدل موجودی و قیمت‌گذاری توام برای یک کالای فسادپذیر در یک زنجیره تامین دو سطحی؛ شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش ارائه می‌شود. نرخ تقاضا قطعی و به صورت تابعی خطی از قیمت فروش و نمایی بر حسب زمان فرض شده است. ابتدا تولیدکننده مضرب صحیحی از مقدار سفارش خرده‌فروش، که Π نامیده می‌شود، تولید نموده و پس از اتمام تولید کل انباشته، آنها را در Π محموله به خریدار تحویل می‌دهد. مدل در دو حالت یکپارچگی و عدم یکپارچگی اعضای زنجیره تامین به منظور تعیین سیاست بهینه کنترل موجودی و قیمت‌گذاری جهت حداکثرسازی سود زنجیره بررسی می‌شود. برای تعیین جواب‌های بهینه در هر دو حالت یکپارچگی و عدم یکپارچگی، الگوریتم حل ارائه شده است. در نهایت نیز جهت اثبات کارایی مدل و الگوریتم‌های ارائه شده، مثال عددی ارائه شده است. نتایج حاصل از حل مدل نشان می‌دهد که سود کل زنجیره تامین در حالت یکپارچگی اعضا افزایش قابل توجهی دارد.

واژگان کلیدی: زنجیره تامین دوسطحی، کنترل موجودی، قیمت‌گذاری، کالای فسادپذیر.

۱- مقدمه

به دلیل افزایش هزینه‌ها، روند جهانی شدن، محدود شدن منابع، کوتاهتر شدن دوره عمر کالاها و زمان سریعتر پاسخ به مشتریان، توجه به سمت یکپارچگی زنجیره تامین جلب شده است. یک شبکه زنجیره تامین کارا نیازمند همکاری بین تامین‌کنندگان و خریداران است و یکی از ابزارهای مهم در ایجاد هماهنگی در زنجیره تامین، قیمت‌گذاری است که از طریق تطبیق بهتر عرضه و تقاضا، یک اهرم مهم به منظور افزایش منافع زنجیره تامین به شمار می‌رود. در واقع قیمت‌گذاری یکی از عامل‌های مهم موثر بر سطح و نوع تقاضایی است که یک زنجیره تامین با آن روبرو است [۱]. حال زمانی که کالا فسادپذیر باشد، مساله قیمت‌گذاری اهمیت دوچندانی می‌یابد. چرا که با ارائه راهکارهای مناسب قیمت‌گذاری می‌توان تقاضای این اقلام را بهتر مدیریت نموده و مانع از اتلاف سرمایه به دلیل فاسد شدن کالا شد. با توجه به تعریف وی (۱۹۹۳) «کالای فساد پذیر به کالایی اطلاق می‌شود که فاسد می‌شود، آسیب می‌بیند، تبخیر می‌شود، تاریخ انقضای آن تمام می‌شود، غیر معتبر می‌شود و یا ارزش آن در طول زمان کاهش می‌یابد» [۲]. از طرفی به دلیل آنکه تقاضای یک محصول برای اغلب کالاها به جز کالاهای لوکس تابعی از قیمت بوده و سفارشات صورت گرفته توسط اعضای مختلف زنجیره به عضو بالادستی خود بر حسب تقاضاهای آنها صورت می‌گیرد، مشخص است که مساله قیمت‌گذاری و سیاست‌های سفارش‌دهی و کنترل موجودی تصمیمات وابسته‌ای

هستند. بنابراین لازم است تا به منظور مدیریت بهتر تقاضا و ایجاد سیاست‌های بهینه موجودی، قیمت‌گذاری در کنار مسائل موجودی به صورت توأم مورد بررسی قرار گیرد [۳].

در این مقاله یک مدل قیمت‌گذاری و کنترل موجودی به صورت همزمان برای کالاهای فسادپذیر در یک زنجیره تامین دوسطحی شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش با خط‌مشی ارسال محموله‌های یکسان با تاخیر^۱ از تولیدکننده به خریدار ارائه شده و مدل در دو حالت یکپارچگی و عدم یکپارچگی زنجیره تامین مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف از این مدل یافتن مقادیر بهینه قیمت خرده‌فروشی، مقدار سفارش‌دهی و زمانبندی بازپرسازی^۲ اعضا به منظور حداکثر کردن سود کل زنجیره است. در این مدل کمبود برای هر دو عضو زنجیره غیرمجاز بوده و تقاضا تابعی خطی برحسب قیمت و نمایی بر حسب زمان در نظر گرفته شده است. بعد از مدل‌سازی در حالت‌های یکپارچگی و عدم یکپارچگی، شیوه بدست آوردن جواب‌های بهینه بحث می‌شود و برای هر دو حالت الگوریتم حل ارائه می‌شود. در نهایت نیز برای اثبات کارایی مدل و الگوریتم بیان شده مثال عددی حل می‌شود. برای انجام محاسبات از نرم‌افزار Mathematica 8.0.4 استفاده می‌شود.

۲- مرور ادبیات

الیون و مالایا [۴] اولین کسانی بودند که قیمت‌گذاری کالاهای فسادپذیر را بررسی کردند. آنها فرض کردند که کالا دارای عمر مفیدی است که قبل از تاریخ انقضای آن فاسد شدن روی نمی‌دهد. وی [۵] یک مدل موجودی قطعی با تخفیف مقداری، قیمت‌گذاری و پس‌افت پاره‌ای و فسادپذیری متناسب با زمان را بررسی کرد. او نرخ تقاضا را براساس قیمت نزولی در نظر گرفت و فرض کرد مقدار موجودی براساس تابع وایبل دو پارامتری نسبت به زمان فاسد می‌شود. چنگ و همکاران [۶] یک مدل سفارش اقتصادی خرده‌فروش را برای تعیین قیمت فروش، تعداد و زمانبندی بهینه بازپرسازی با در نظر گرفتن کمبود به صورت پس‌افت پاره‌ای ارائه کردند. تساو و شین [۷] مساله قیمت‌گذاری پویا، ترفیعات و بازپرسازی برای اقلام فسادپذیر در شرایطی که تامین‌کننده اعتبار تجاری ارائه می‌دهد و خرده‌فروش تلاشهایی جهت ترفیع انجام می‌دهد، را بررسی نمودند. نخعی و میهمی [۸] یک مدل قیمت‌گذاری و کنترل موجودی همزمان برای کالاهای فسادپذیر آنی و در نظر گرفتن کمبود به صورت پس‌افت پاره‌ای ارائه داده و به صورت تحلیلی بهینگی جواب‌های بدست آمده را اثبات نمودند. میهمی و نخعی [۹] یک مدل قیمت‌گذاری و کنترل موجودی توأم برای کالاهای فسادپذیر غیرآنی ارائه دادند. ایشان فرض کردند که تقاضا تابعی خطی از قیمت و نمایی برحسب زمان است و کمبود به صورت پاره‌ای، پس‌افت می‌گردد و مقدار پس‌افت تابعی از زمان انتظار است. میهمی و نخعی [۱۰] همچنین این مساله را با فرض تاخیر در پرداختها گسترش دادند.

در مقالات معرفی شده، مساله قیمت‌گذاری و کنترل موجودی کالاهای فسادپذیر تنها برای یک بنگاه بررسی شده است. حال آنکه با توجه به تشدید رقابت جهانی، سازمانها ناچار به ایجاد هماهنگی با سایر اعضای زنجیره تامین خود هستند. مدل مارتین [۱۱] یکی از اولین مطالعات صورت گرفته در زمینه تعیین فواصل بهینه بازپرسازی و قیمت‌های بهینه تخفیف یافته برای خرده‌فروش و مشتری نهایی برای یک کالای زوال‌پذیر در یک زنجیره تامین دوسطحی با یک خریدار و یک تامین‌کننده است. در این مدل تقاضا تابعی نمایی از زمان و خطی برحسب قیمت فرض شده و کمبود غیرمجاز در نظر گرفته شده است. راثو و همکاران [۱۲] یک مدل موجودی چندسطحی برای کالاهای فسادپذیر ارائه دادند که در آن هزینه کل زنجیره شامل تامین-کننده، تولیدکننده و خریدار حداقل می‌شود. در این مدل نرخ تقاضا و تولید ثابت بوده و کمبود غیرمجاز لحاظ شده است. ونگ و همکاران [۱۳] یک مدل موجودی سه سطحی شامل یک تولیدکننده، یک توزیع کننده و یک خرده‌فروش، برای اقلام فسادپذیر ارائه دادند که در آن نرخ فسادپذیری تابعی از زمان بوده و برای هر عضو از زنجیره متفاوت است.

یانگ و وی [۱۴] یک مدل قیمت‌گذاری و سفارش‌دهی بهینه برای کالاهای فسادپذیر با تقاضای وابسته خطی به قیمت ارائه دادند. در این مدل یک فاکتور چانه‌زنی لحاظ شده تا سود بین دو طرف توافق را متعادل نماید، کمبود غیرمجاز بوده و نرخ فسادپذیری ثابت است. برای حل مدل از سری تیلور استفاده شده است. چن و چنگ [۱۵] مساله تعیین همزمان قیمت

¹ Delayed Equal-Sized Shipment

² Replenishment

بهینه خرده‌فروشی، زمان‌بندی بازسازی و تعداد دفعات ارسال محموله کالا در شرایطی که زنجیره تامین مورد نظر شامل یک تولیدکننده و چندین خریدار بوده و تقاضای خریداران تابعی خطی از قیمت ونمایی برحسب زمان است را در دو حالت یکپارچگی و عدم یکپارچگی زنجیره تامین بررسی نمودند. به منظور تسهیم سود حاصل از یکپارچگی از یک مکانیزم تخفیف شبکه^۱ استفاده شده است.

به طور کلی مدل‌های قیمت‌گذاری کالاهای فسادپذیری که هماهنگی در زنجیره تامین را نیز در نظر می‌گیرند، به دلیل نزدیک شدن به شرایط واقعی کسب و کار از اهمیت بالایی برخوردارند اما علی‌رغم این اهمیت، مقالاتی که این موضوعات را به صورت توأم مورد بررسی قرار دهند، کمتر در ادبیات کالاهای فسادپذیر به چشم می‌خورند. همچنین بیشتر مقالات بررسی شده در ادبیات که مساله موجودی و قیمت‌گذاری زنجیره‌های چندسطحی برای کالاهای فسادپذیر را در نظر گرفته‌اند، از تقریب‌های خطی نظیر بسط تیلور برای حل مدل استفاده نموده‌اند. اما جواب‌های بدست آمده به صورت دقیق محاسبه می‌شوند.

۳- مفروضات و نمادها

در مقاله از نمادها و مفروضات زیر استفاده می‌شود.

۳-۱- نمادها

$T_m = nT$	طول دوره بازسازی برای تولیدکننده	θ	نرخ فاسد شدن کالا
ρ	نرخ تولید برای تولیدکننده	$a, b > 0$	پارامترهای ثابت تابع تقاضا
t_s	زمان شروع تولید در هر دوره	β	پارامتر تاثیر زمان بر تقاضا
n	تعداد دفعات ارسال کالا از تولیدکننده به خرده‌فروش (عدد صحیح)	p	قیمت فروش هر واحد کالا
X	هزینه هربار راه‌اندازی برای تولیدکننده	$I_r(t)$	سطح موجودی خرده‌فروش در زمان t
h_m	هزینه نگهداری هر واحد کالا برای تولیدکننده	T	طول دوره بازسازی برای خرده‌فروش
k_m	هزینه فاسد شدن هر واحد کالا برای تولیدکننده	q	مقدار سفارش خرده‌فروش در هر دوره
R_m	درآمد تولیدکننده در هر دوره	c	هزینه خرید هر واحد کالا برای خرده‌فروش
Q_{1m}	اندازه انباشته تولید برای تولیدکننده در انتهای دوره تولید	h_r	هزینه نگهداری هر واحد کالا برای خرده‌فروش
$Q_{2m}^j, j = 1, \dots, n$	اندازه انباشته تولید برای تولیدکننده در ابتدای بازه j ام دوره عدم تولید	A	هزینه سفارش‌دهی برای هر دوره خرده‌فروش
π_m	مقدار سود تولیدکننده در واحد زمان	k_r	هزینه فاسد شدن هر واحد کالا برای خرده‌فروش
π_T	مجموع سود تولیدکننده و خرده‌فروش در واحد زمان	R_r	درآمد خرده‌فروش در هر دوره
		π_r	مقدار سود خرده‌فروش در واحد زمان

۳-۲- مفروضات

مفروضات به کار رفته در این مدل عبارتند از:

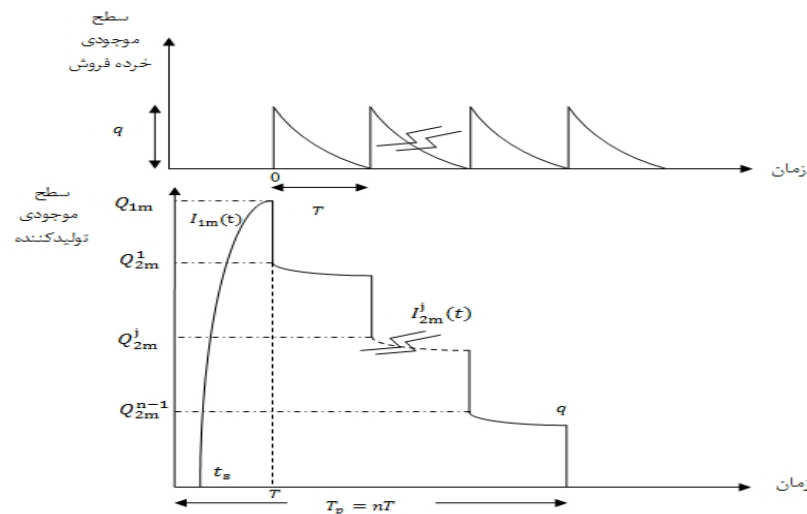
۱. زنجیره مورد نظر شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش است که یک محصول را تولید می‌کنند.
۲. کالای مورد نظر فسادپذیر از نوع آنی بوده و نرخ فسادپذیری آن در هر لحظه مقدار ثابتی از موجودی در دست است.
۳. زمان تدارک صفر در نظر گرفته شده است.
۴. نرخ بازسازی نامحدود بوده و بازسازی به صورت آنی صورت می‌گیرد.
۵. تابع تقاضا به شکل $D(p, t) = (a - bp)e^{-\beta t}$ در نظر گرفته شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، تابع تقاضا، تابعی پیوسته و نزولی برحسب قیمت و زمان است. این شکل از تابع تقاضا برای نشان دادن خصوصیات کالاهای فسادپذیر نظیر محصولات مد، صنایع با فناوری بالا، میوه‌ها، سبزیجات و مواد غذایی بسیار مناسب است [۹].
۶. کالاهایی که در طول دوره فاسد می‌شوند، تعویض یا تعمیر نمی‌شوند.

¹ Channel Rebate Mechanism

۷. کمبود برای هردو عضو زنجیره غیر مجاز است.
 ۸. افق زمانی سیستم محدود فرض شده است و دوره برنامه ریزی تک دوره ای است.
 ۹. تولیدکننده از سیاست ارسال محموله های یکسان پس از اتمام تولید استفاده می نماید. به عبارت دیگر در هر دوره، تولیدکننده به میزان n برابر تقاضای خرده فروش تولید می نماید و ارسال محموله ها زمانی آغاز می شود که کل تقاضای n دوره خریدار، تولید شده باشد [۱۶].

۴- مدلسازی مساله

شکل ۱ نمایش گرافیکی سیستم موجودی خرده فروش و تولیدکننده برای یک دوره را با در نظر گرفتن سیاست ارسال محموله های یکسان و با تاخیر نشان می دهد.



شکل ۱. نمایش گرافیکی سیستم موجودی خرده فروش و تولیدکننده با سیاست ارسال محموله های یکسان و با تاخیر

۴-۱-۱ مدل غیر یکپارچه

تابع هدف برای خرده فروش و تولیدکننده در حالت غیر یکپارچه در ادامه بیان خواهد شد.

۴-۱-۱-۱ تابع هدف خرده فروش

همانطور که در شکل ۱ دیده می شود، تغییرات موجودی برای خرده فروش در طی یک دوره ناشی از برآورده کردن تقاضا و فاسد شدن کالاها می باشد، بنابراین وضعیت موجودی در طی یک دوره توسط معادله دیفرانسیل زیر نشان داده می شود [۱۵]:

$$\frac{dI_r(t)}{dt} + \theta I_r(t) = -D(t) = -(a - bp)e^{-\beta t}, \quad 0 \leq t \leq T \quad (1)$$

همانطور که از شکل ۱ مشاهده می شود، $I_r(T) = 0$ ، بنابراین خواهیم داشت:

$$\Rightarrow I_r(t) = \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta}\right) e^{-\theta t} [e^{(\theta - \beta)T} - e^{(\theta - \beta)t}], \quad 0 \leq t \leq T \quad (2)$$

با توجه به رابطه $I_r(0) = q$ داریم:

$$q = \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta}\right) (e^{(\theta - \beta)T} - 1) \quad (3)$$

با توجه به اینکه وضعیت موجودی خرده فروش در طی یک دوره محاسبه شده است، می توان هزینه های موجود در سیستم و در نتیجه تابع هدف خرده فروش را محاسبه نمود:

هزینه های یک خرده فروش براساس موجودی محاسبه شده در طول یک دوره به صورت زیر است:

۱. هزینه سفارش دهی در هر دوره مقدار ثابت A است.

۲. هزینه خرید در هر دوره از ضرب مقدار سفارش در هر دوره (q) در قیمت خرید واحد بدست می آید :

$$PC_r = cq = cI_r(0) = c \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) (e^{(\theta - \beta)T} - 1) \quad (4)$$

۳. هزینه نگهداری کالا در هر دوره برابر است با حاصلضرب کل موجودی نگهداری شده (سطح زیر نمودار موجودی) در هزینه واحد نگهداری هر کالا.

$$HC_r = h_r \int_0^T I_r(t) dt = h_r \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) \left(\frac{e^{-\beta T}(\theta - \beta + \beta e^{\theta T}) - \theta}{\theta \beta} \right) \quad (5)$$

۴. هزینه فاسد شدن کالا در هر دوره :

$$DC_r = k_r \int_0^T \theta I_r(t) dt = k_r \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) \left(\frac{e^{-\beta T}(\theta - \beta + \beta e^{\theta T}) - \theta}{\beta} \right) \quad (6)$$

در نظر نگرفتن هزینه کالاهای فاسد شده در مدل منجر به افزایش سود به صورت کاذب می گردد. بنابراین به منظور واقعی تر شدن مدل لازم است تا این هزینه نیز در مدل لحاظ گردد.

با توجه به این که در این مدل قیمت نیز به عنوان یک متغیر لحاظ شده، تابع هدف به شکل حداکثرسازی سود لحاظ شده نه حداقل سازی هزینه و به همین دلیل لازم است تا درآمد حاصل از فروش کالا در طی یک دوره برای خریدار نیز در تابع هدف لحاظ گردد که به طریق زیر قابل محاسبه است :

$$R_r = p \int_0^T D(p, t) dt = \frac{p(a - bp)}{\beta} (1 - e^{-\beta T}) \quad (7)$$

اکنون با داشتن هزینه ها و درآمد، می توان مجموع سود خرده فروش در واحد زمان را به صورت محاسبه کرد.

$$\begin{aligned} \pi_r &= \frac{1}{T} [R_r - A - PC - HC - DC] \\ \Rightarrow \pi_r &= \frac{1}{T} \left(\frac{p(a - bp)}{\beta} (1 - e^{-\beta T}) - A - c \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) (e^{(\theta - \beta)T} - 1) \right. \\ &\quad \left. - h_r \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) \left(\frac{e^{-\beta T}(\theta - \beta + \beta e^{\theta T}) - \theta}{\theta \beta} \right) \right. \\ &\quad \left. - k_r \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) \left(\frac{e^{-\beta T}(\theta - \beta + \beta e^{\theta T}) - \theta}{\beta} \right) \right) \quad (8) \end{aligned}$$

۴-۱-۲- جوابهای بهینه

در این مدل تابع هدف خرده فروش به شکل سود و تابعی از دو متغیر اصلی p و T است. بنابراین به منظور یافتن مقادیر بهینه این دو پارامتر کافی است تا مشتق تابع سود را نسبت به دو متغیر p و T به صورت همزمان برابر با صفر قرار دهیم.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_r}{\partial T} &= \frac{1}{T^2} \left(A - \frac{(1 - e^{-T\beta})p(a - bp)}{\beta} \right. \\ &\quad \left. + \frac{e^{-T\beta}(a - bp)T(h_r - e^{T\theta}h_r + (-ce^{T\theta} + k_r - e^{T\theta}k_r + p)\theta)}{\theta} \right. \\ &\quad \left. + 1/(-\beta + \theta)(a - bp) \left(c(-1 + e^{T(-\beta + \theta)}) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \frac{e^{-T\beta}((-1 + e^{T\theta})\beta + \theta - e^{T\beta}\theta)(h_r + k_r\theta)}{\beta\theta} \right) \right) = 0 \quad (9) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \pi_r}{\partial p} = \frac{1}{T} \left(-\frac{b(1 - e^{-T\beta})p}{\beta} + \frac{(1 - e^{-T\beta})(a - bp)}{\beta} + 1/(-\beta + \theta) b \left(c(-1 + e^{T(-\beta + \theta)}) + \frac{k_r(-\theta + e^{-T\beta}(-\beta + e^{T\theta}\beta + \theta))}{\beta} + \frac{h_r(-\theta + e^{-T\beta}(-\beta + e^{T\theta}\beta + \theta))}{\beta\theta} \right) \right) = 0 \quad (10)$$

که به رابطه زیر می انجامد.

$$\Rightarrow p^* = \frac{a}{2b} + \frac{c\beta\theta(e^{T\beta} - e^{T\theta}) + (h_r + k_r\theta)(\beta(1 - e^{T\theta}) + \theta(e^{T\beta} - 1))}{2(-1 + e^{T\beta})(\beta - \theta)\theta} \quad (11)$$

۴-۱-۳- تابع هدف تولیدکننده

تولید کننده از رویه تولید برای انبار^۱ استفاده می نماید، به این صورت که در هر بار راه اندازی، به میزان n برابر مقدار سفارش خرده فروش که n یک عدد صحیح است، تولید می نماید و سفارشات خرده فروش را در n مرتبه پس از اتمام مرحله تولید، ارسال می نماید. در واقع با توجه به زمان بندی و مقدار سفارش خرده فروش، هدف تولیدکننده، تعیین مقدار بهینه n به نحوی است که سود خود را حداکثر نماید. مطابق شکل ۱، دوره موجودی تولیدکننده به دو دوره تولید و عدم تولید تقسیم می شود.

▪ دوره تولید: $t_s \leq t \leq T$

در دوره تولید تغییرات موجودی ناشی از تولید و فاسد شدن کالا است، بنابراین:

$$\frac{dI_{1m}(t)}{dt} + \theta I_{1m}(t) = \rho \quad t_s \leq t \leq T \quad (12)$$

$$\Rightarrow I_{1m}(t) = \frac{\rho}{\theta} + ce^{-\theta t} \quad t_s \leq t \leq T \quad (13)$$

با توجه به اینکه سطح موجودی تولیدکننده در ابتدای دوره تولید (t_s) برابر صفر است، داریم:

$$I_{1m}(t) = \frac{\rho}{\theta} (1 - e^{\theta(t_s - t)}) \quad t_s \leq t \leq T \quad (14)$$

اندازه انباشته تولیدکننده در انتهای دوره تولید (Q_{1m}) عبارت است از:

$$Q_{1m} = I_{1m}(T) = \frac{\rho}{\theta} (1 - e^{\theta(t_s - T)}) \quad (15)$$

توجه داشته باشید که بین Q_{2m}^1 (اندازه انباشته تولیدکننده در ابتدای دوره عدم تولید) و Q_{1m} رابطه زیر برقرار است:

$$Q_{2m}^1 = Q_{1m} - q \quad (16)$$

که مقدار Q_{2m}^1 در بخش بعدی محاسبه می گردد. بنابراین با داشتن مقادیر Q_{2m}^1 و q ، مقدار Q_{1m} و در نتیجه t_s (زمان آغاز دوره تولید) از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$t_s = \frac{1}{\theta} * \ln \left(1 - \frac{\theta}{\rho} * Q_{1m} \right) + T \quad (17)$$

▪ دوره عدم تولید: $T \leq t \leq nT$

¹ Make to stock

مطابق شکل ۱، تولیدکننده سفارشات خرده فروش را در n محموله که مقدار هر کدام برابر با q است تحویل می دهد. در هر دوره به مدت T (یا $\frac{1}{n}$ دوره تولیدکننده) در طول دوره عدم تولید، تغییرات سطح موجودی تنها ناشی از فاسد شدن کالا است. بنابراین موجودی لحظه t در بازه j ام دوره عدم تولید برابر است با:

$$\frac{dI_{2m}^j(t)}{dt} + \theta I_{2m}^j(t) = 0 \quad T \leq t \leq nT \quad (18)$$

با توجه به شکل ۱ مشخص است که سطح ابتدایی موجودی در بازه j ام، برابر با اندازه انباشته بازه j ام یا Q_{2m}^j است، پس

$$I_{2m}^j(0) = Q_{2m}^j \Rightarrow I_{2m}^j(t) = Q_{2m}^j e^{-\theta t} \quad T \leq t \leq nT \quad (19)$$

برای محاسبه Q_{2m}^j ها به نحو زیر عمل می کنیم: مطابق شکل ۱ اندازه انباشته در ابتدای دوره n ام یا Q_{2m}^n برابر با صفر است، همچنین اندازه انباشته در ابتدای دوره $n-1$ ام برابر است با:

$$I_{2m}^{n-1}(T) = Q_{2m}^{n-1} e^{-\theta T} = q \Rightarrow Q_{2m}^{n-1} = q e^{\theta T} \quad (20)$$

به همین ترتیب برای اندازه انباشته دوره $n-2$ داریم:

$$I_{2m}^{n-2}(0) = Q_{2m}^{n-2} = (q + Q_{2m}^{n-1}) e^{-\theta T} = q(e^{\theta T} + (e^{\theta T})^2) \quad (21)$$

بنابراین می توان اندازه انباشته بازه j ام دوره عدم تولید را به شکل زیر نوشت:

$$I_{2m}^j(0) = Q_{2m}^j = q(e^{\theta T} + \dots + (e^{\theta T})^j) = q e^{\theta T} \left(\frac{1 - (e^{\theta T})^{n-j}}{1 - e^{\theta T}} \right) \quad (22)$$

بنابراین مقدار انباشته تولیدکننده در ابتدای دوره عدم تولید به شکل زیر قابل محاسبه است:

$$I_{2m}^1(0) = Q_{2m}^1 = q e^{\theta T} \left(\frac{1 - (e^{\theta T})^{n-1}}{1 - e^{\theta T}} \right) \quad (23)$$

هزینه های تولیدکننده در طی یک دوره شامل موارد زیر است:

۱. هزینه راه اندازی: که در هر دوره مقدار ثابت X در نظر گرفته شده است.

۲. هزینه فاسد شدن کالاها:

تعداد ارقام فاسد شده در طول یک دوره تولیدکننده برابر است با مجموع کالاهای تولید شده منهای تعداد سفارشات خریدار.

بنابراین داریم:

$$TD_m = \rho(T - t_s) - nq \quad (24)$$

بنابراین کل هزینه فاسد شدن کالا برای تولیدکننده برابر است با:

$$DC_m = k_m(TD_m) \quad (25)$$

۳. هزینه نگهداری کالا

تعداد کل کالاهای نگهداری شده توسط تولیدکننده در دوره تولید از طریق تعداد کالاهای فاسد شده در هر دوره قابل محاسبه است:

$$TH_m = \frac{1}{\theta} * (\rho(T - t_s) - nq) \quad (26)$$

بنابراین کل هزینه نگهداری تولیدکننده عبارت است از:

$$HC_m = h_m(TH_m) \quad (27)$$

۴. درآمد تولیدکننده: همانطور که اشاره شده، در هر دوره، تولیدکننده به میزان n برابر سفارشات خرده فروش تولید می نماید.

بنابراین میزان درآمد تولیدکننده در هر دوره برابر است با: (به [۱۴] مراجعه شود)

$$R_m = ncq = ncI_r(0) = nc \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) (e^{(\theta - \beta)T} - 1) \quad (28)$$

بنابراین مجموع سود تولیدکننده در واحد زمان به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \pi_m &= \frac{1}{T_p} (R_m - X - DC_m - HC_m) \\ &= \frac{1}{T} c \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) (e^{(\theta - \beta)T} - 1) \\ &\quad - \frac{1}{nT} \left(X + h_m \left(\frac{1}{\theta} * (\rho(T - t_s) - nq) \right) + k_m(\rho(T - t_s) - nq) \right) \end{aligned} \quad (29)$$

بنابراین مجموع سود در حالت غیریکپارچه از جمع سود خردهفروش و تولیدکننده قابل محاسبه است. $(\pi_T = \pi_r + \pi_m)$

۲-۴ مدل یکپارچه

زمانی که بین اعضای زنجیره هماهنگی ایجاد گردد، هدف تعیین قیمت، طول دوره و مقدار بازپرسازی بهینه به نحوی است که سود کل زنجیره حداکثر گردد. در این حالت تابع هدف سیستم به شکل مجموع تابع سود خرده فروش و تولید کننده خواهد بود. بنابراین:

$$\begin{aligned} \pi_T = \pi_r + \pi_m &= \frac{1}{T} \left(\frac{p(a - bp)}{\beta} (1 - e^{-\beta T}) - A - c \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) (e^{(\theta - \beta)T} - 1) \right. \\ &\quad \left. - h_r \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) \left(\frac{e^{-\beta T}(\theta - \beta + \beta e^{\theta T}) - \theta}{\theta \beta} \right) - k_r \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) \left(\frac{e^{-\beta T}(\theta - \beta + \beta e^{\theta T}) - \theta}{\beta} \right) \right) \\ &\quad + \frac{1}{T} c \left(\frac{a - bp}{\theta - \beta} \right) (e^{(\theta - \beta)T} - 1) \\ &\quad - \frac{1}{nT} \left(X + h_m \left(\frac{1}{\theta} * (\rho(T - t_s) - nq) \right) + k_m(\rho(T - t_s) - nq) \right) \end{aligned} \quad (30)$$

که در رابطه (۳۰) مقادیر q و t_s به ترتیب از طریق روابط (۳) و (۱۷) قابل محاسبه است. به منظور یافتن جواب بهینه در مدل یکپارچه نیز همانند مدل غیریکپارچه، کفایت مقدار مشتق تابع هدف را به صورت همزمان نسبت به دو متغیر p و T مساوی صفر قرار دهیم که به دلیل بالابودن حجم معادلات از ذکر آنها خودداری می شود.

۳-۴ الگوریتم حل

برای به دست آوردن جوابهای بهینه در دو حالت یکپارچگی و عدم یکپارچگی الگوریتمهای حلی ارائه می شود.

۱-۳-۴ الگوریتم حل در حالت عدم هماهنگی اعضا

زمانی که بین اعضای زنجیره یکپارچگی وجود ندارد، خردهفروش و تولیدکننده به صورت مستقل عمل می نمایند، بنابراین ابتدا خردهفروش طول دوره، مقدار سفارش و قیمت بهینه برای حداکثر کردن سود خود را تعیین می نماید و سپس تولیدکننده با تعیین مقدار n که یک عدد صحیح است، طول دوره بهینه بازپرسازی خود را مشخص می کند. به منظور یافتن مقادیر T^* ، p^* و n^* باید گامهای زیر برداشته شود:

۱. با توجه به اینکه n یک عدد صحیح است، به ازای مقادیر مختلف n و $n \geq 1$ ، قدمهای ۲ تا ۴ را تکرار می نماییم.
۲. به منظور یافتن طول دوره و قیمت بهینه خرده فروش از روابط (۹) و (۱۱) استفاده می شود.
۳. پس از محاسبه T^* و p^* ، با استفاده از رابطه (۳) مقدار q^* محاسبه شده و به ترتیب از طریق روابط (۲۳) و (۱۶)، Q_{2m}^* و در نتیجه Q_{1m}^* قابل محاسبه است. حال می توان با استفاده از رابطه (۱۷) مقدار t_s^* را محاسبه کرد.
۴. با داشتن مقادیر q^* و t_s^* مقدار تابع هدف تولیدکننده، π_m از رابطه (۲۹) محاسبه می شود.
۵. مراحل فوق تا جایی ادامه می یابد که شرط مقابل حاصل شود. $\pi_m(n^* - 1) \leq \pi_m(n^*) \geq \pi_m(n^* + 1)$

۴-۳-۲- الگوریتم حل در حالت هماهنگی اعضا

در حالت یکپارچگی اعضا نیز مشابه حالت عدم یکپارچگی عمل می شود با این تفاوت که در این حالت برای یافتن مقادیر T^* و p^* از معادله مربوط به سود کل زنجیره (π_T) استفاده می شود. بنابراین به منظور یافتن مقادیر T^* ، p^* و n^* به ترتیب زیر عمل می شود.

۱. به ازای مقادیر مختلف n و $n \geq 1$ ، قدمهای ۲ تا ۴ را تکرار می نماییم.
۲. با استفاده از مشتق معادله (۳۰) نسبت به p و T و حل معادله حاصل، مقدار T^* و p^* که در رابطه $\frac{\partial \pi_T}{\partial T} = 0$ و $\frac{\partial \pi_T}{\partial p} = 0$ صدق نماید، به دست می آید.
۳. سپس با استفاده از روابط (۳) و (۲۳)، مقدار q و Q_{2m}^* محاسبه می شود که با استفاده از رابطه $Q_{2m}^* + q$ مقدار Q_{1m}^* قابل حصول است و با قرار دادن آن در رابطه (۱۷) مقدار t_s محاسبه می شود.
۴. حال می توان از طریق رابطه (۳۰) مقدار π_T را محاسبه نمود.
۵. مراحل فوق تا زمانی ادامه می یابد که رابطه مقابل برقرار شود. $\pi_T(n^* - 1) \leq \pi_T(n^*) \geq \pi_T(n^* + 1)$

۵- مثال عددی و تحلیل حساسیت

در این بخش از مثال عددی موجود در مقاله [۱۵] با اندکی تغییرات استفاده می شود. پارامترهای مدل به شرح زیر است:

$$D(p, t) = (a - bp)e^{-\beta t} = (500 - 3.5p)e^{-0.15t}, \theta = 0.18, c = 40, h_r = 4.5, k_r = 1, \\ \rho = 600, X = 550, h_m = 2.25, k_m = 0.5, A = 300$$

حل مدل با استفاده از نرم افزار Mathematica 8.0.4 جواب های بهینه جدول ۱ را نتیجه می دهد.

جدول ۱. جوابهای بهینه مثال عددی مدل دوم

متغیر	عدم هماهنگی اعضا	هماهنگی اعضا	میزان تغییر (درصد)
T^*	۰.۴۲۳۴	۰.۴۸۳۳	۱۴.۱۴۷
p^*	۹۲.۷۰۴۹	۷۲.۸۸۵۷	-۲۱.۳۷۹
q^*	۷۴.۷۹۶	۱۱۹.۲۲۷۸	۵۹.۴۰۲
π_r^*	۷۸۲۱.۱۲۳	۶۴۵۸.۲۴۷۶	-۱۷.۴۲۶
n^*	۳	۲	-۳۳.۳۳
$T_m^* = n^* * T^*$	۱.۲۷۰۲	۰.۹۶۶۶	-۲۳.۹۰۲
t_s^*	۰.۰۰۳۵	۰.۰۵۱۴	۱۳۶۸.۵۷۱
Q_{1m}^*	۲۴۲.۶۲۹۷	۲۴۹.۲۹۲۸	۲.۷۴۶
π_m^*	۶۳۵۱.۴۳۴۱	۹۰۲۰.۶۴۳۴	۴۲.۰۲۵
π_r^*	۱۴۱۷۲.۵۵۷	۱۵۴۷۸.۸۹۱	۹.۲۱۷
$\frac{\partial^2 \pi_r}{\partial p^{*2}} \left(\frac{\partial^2 \pi_T}{\partial p^{*2}} \right)$	-۶.۷۸	-۷.۰۲۷	-
$\frac{\partial^2 \pi_r}{\partial T^{*2}} \left(\frac{\partial^2 \pi_T}{\partial T^{*2}} \right)$	-۷۷۵۸.۷۸	-۱۰۲۸۶.۴	-
Det(H)	۵۲۱۹۲.۳	۶۹۵۵۷.۵	-

شرایط لازم برای بهینگی جوابهای به دست آمده در سه سطر آخر جدول ۱، مشخص شده که تعقر تابع هدف به ازای جوابهای بهینه در دو حالت یکپارچگی و عدم یکپارچگی اعضای زنجیره را نشان می دهد.

همانطور که از جدول ۱ معلوم است، مقدار سود کل مجموعه در حالت هماهنگی اعضا نسبت به شرایط عدم هماهنگی، ۹.۲۱۷٪ افزایش یافته است، این در حالیست که سود خرده فروش نسبت به حالت قبل، ۱۷.۴۲۶٪ کاهش داشته است. با این شرایط به نظر می رسد که علی رغم ارتقای سود کل سیستم، خریدار از پذیرش هماهنگی اعضا خودداری نماید. بنابراین به

منظور ایجاد یکپارچگی در چنین شرایطی لازم است تا تولیدکننده از مشوقهای مختلف به منظور ترغیب خریدار در جهت همکاری، استفاده نماید. یکی از تکنیکهای ایجاد هماهنگی در بین اعضای زنجیره، یک مکانیزم تخفیف در کانال خریدار-فروشنده به این ترتیب است که تولیدکننده براساس میزان فروش محصول به مشتری نهایی، مبلغی را به عنوان مشوق به خردهفروش پرداخت می نماید. در این بخش، از مثال عددی به کار رفته در مقاله [۱۵] استفاده شده است. براساس مثال موجود در مقاله مذکور، تولیدکننده به ازای هر واحد سفارش خردهفروش که بالاتر از سطح ۸۰ باشد، ۱۰.۵ واحد پولی تخفیف می دهد. جدول ۲ خلاصه ای از مکانیزم تخفیف به کار رفته در این بخش را نمایش می دهد:

جدول ۲. جوابهای بهبود یافته در حالت یکپارچگی زنجیره تامین با استفاده از مکانیزم تخفیف شبکه در مدل ۲

	سطح هدف	مقدار بهینه سفارش خرده فروش به تولیدکننده در حالت هماهنگی (Q_{1m})	مقدار تخفیف در نظر گرفته شده (واحد پولی)	سود در حالت عدم هماهنگی اعضا	سود در حالت هماهنگی اعضا		میزان تغییرات نسبت به حالت عدم هماهنگی اعضا	
					قبل از سیاست تخفیف	بعد از سیاست تخفیف	قبل از سیاست تخفیف	بعد از سیاست تخفیف
خردهفروش	۸۰	۲۴۹.۲۹۳	۵۱۰.۵	۷۸۲۱.۱۲۳	۶۴۵۸.۲۴۷	۸۲۳۵.۸۲۴	-۱۷.۴۲۶٪	۵.۳۰۲٪
تولیدکننده				۶۳۵۱.۴۳۴	۹۰۲۰.۶۴۳	۷۲۴۳.۰۶۷	۴۲۰.۲۵٪	۱۴.۰۳۸٪
کل سیستم				۱۴۱۷۲.۵۵۷	۱۵۴۷۸.۸۹۱	۱۵۴۷۸.۸۹۱	۹.۲۱۷٪	۹.۲۱۷٪

همانطور که جدول ۲ نشان می دهد، با استفاده از این مکانیزم تخفیف، میزان سود خردهفروش از مقدار ۶۴۵۸.۲۴۷ به مقدار ۸۲۳۵.۸۲۴ افزایش یافته است. بنابراین در حال حاضر شرایط برای ایجاد همکاری در بین اعضای زنجیره فراهم شده است.

۶- نتیجه گیری

در این مقاله یک مدل قیمت گذاری و کنترل موجودی همزمان برای کالاهای فسادپذیر در یک زنجیره تامین دوسطحی ارائه شد که در آن تولیدکننده از سیاست ارسال محموله های یکسان پس از اتمام تولید استفاده می نماید. مدل در دو حالت یکپارچگی و عدم یکپارچگی اعضا بررسی شد و برای هر دو حالت الگوریتم ساده ای برای حل مدل ارائه شد. نتایج حاصل از مثالهای عددی نشان می دهد که سود حاصل از یکپارچگی زنجیره تامین، بیشتر از سود کل در حالت غیر یکپارچه اعضاست. همچنین در اثر یکپارچگی زنجیره تامین، سود خریدار به علت افزایش مقدار سفارش و در نتیجه هزینه های مربوطه، کاهش می یابد. بنابراین لازم است تا فروشنده به طریقی، خریدار را به هماهنگی در زنجیره تشویق نماید.

این مقاله از چندین جهت قابلیت گسترش دارد. با توجه به اینکه تقاضا تابع متعددی بوده و پیش بینی آن به صورت دقیق میسر نیست، در نظر گرفتن تقاضا به شکل یک تابع احتمالی موضوع مناسبی برای تحقیق به شمار می رود. همچنین در نظر گرفتن یک زنجیره تامین چندسطحی، وجود چندین خرده فروش ناهمگن، در نظر گرفتن کمبود، اعتبار تجاری و ترفیعات موضوعات جالبی برای تحقیقات آتی به نظر می رسند.

۷- مراجع

- 1- Yang PC. Pricing strategy for deteriorating items using quantity discount when demand is price sensitive. European Journal of Operational Research. 2004 Jul 1;157(2):389-97.
- 2- Li R. A Review on Deteriorating Inventory Study. JSSM. 2010;03(01):117-29.
- 3- Abad PL. Optimal pricing and lot-sizing under conditions of perishability, finite production and partial backordering and lost sale. European Journal of Operational Research. 2003 Feb 1;144(3):677-85.4.
- 4- Eilon HM, Mallaya RV. Issuing and pricing policy of semi-perishables, Proceedings of 4th International conference on operational research. Wiley - Interscience, New York. 1966;
- 5- Wee H-M. Deteriorating inventory model with quantity discount, pricing and partial backordering. International Journal of Production Economics. 1999 Mar;59(1-3):511-8.



- 6- Chang H-J, Teng J-T, Ouyang L-Y, Dye C-Y. Retailer's optimal pricing and lot-sizing policies for deteriorating items with partial backlogging. *European Journal of Operational Research*. 2006 Jan 1;168(1):51-64.
- 7- Tsao Y-C, Sheen G-J. Dynamic pricing, promotion and replenishment policies for a deteriorating item under permissible delay in payments. *Computers & Operations Research*. 2008 Nov;35(11):3562-80.
- ۸- نخعی ع، میهمی ر. قیمت گذاری و کنترل موجودی به صورت توام برای کالاهای فاسدشدنی با در نظر گرفتن هزینه کمبود به صورت پس‌افت‌پاره‌ای. نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید. ۱۳۸۹؛ ۲۱(۴):۱۶۸-۷۷.
- 9- Maihami R, Nakhai Kamalabadi I. Joint pricing and inventory control for non-instantaneous deteriorating items with partial backlogging and time and price dependent demand. *International Journal of Production Economics*. 2012 Mar;136(1):116-22.
- 10- Maihami R, Abadi INK. Joint control of inventory and its pricing for non-instantaneously deteriorating items under permissible delay in payments and partial backlogging. *Mathematical and Computer Modelling*. 2012 Mar;55(5-6):1722-33.
- 11- Martin G. Negotiated price discounting of perishable inventories. *Operations Research Letters*. 1991 Dec;10(9):513-8.
- 12- Rau H, Wu M-Y, Wee H-M. Integrated inventory model for deteriorating items under a multi-echelon supply chain environment. *International Journal of Production Economics*. 2003 Nov 11;86(2):155-68.
- 13- Wang K-J, Lin YS, Yu JCP. Optimizing inventory policy for products with time-sensitive deteriorating rates in a multi-echelon supply chain. *International Journal of Production Economics*. 2011 Mar;130(1):66-76.
- 14- Yang PC, Wee HM. A collaborative inventory system with permissible delay in payment for deteriorating items. *Mathematical and Computer Modelling*. 2006 Jan;43[3-4]:209-21.
- 15- Chen T-H, Chang H-M. Optimal ordering and pricing policies for deteriorating items in one-vendor multi-retailer supply chain. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2009 Nov 8;49:341-55.
- 16- Goyal SK. "a Joint Economic-lot-size Model for Purchaser and Vendor": A Comment. *Decision Sciences*. 1988 Mar 1;19[1]:236-41.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو
بین المللی و ترند های جستجو