

طراحی ابزار پشتیبان تصمیم برای هماهنگی زنجیره‌ی تأمین: با استفاده از مدیریت موجودی توسط فروشنده و قرارداد

کمال چهارسوقی* (دانشیار)

عبسی نخعی کمال آبادی (استاد)

دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس

شاهرخ همت‌یار (دانشجوی دکتری)

دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور تهران

مهندسی صنایع و مدیریت شریف، تابستان ۱۳۹۳
دوری ۱ - ۳۰، شماره‌ی ۱/۲، ص. ۳۹-۲۹

ایجاد هماهنگی در زنجیره‌ی تأمین روشی مؤثر برای بهبود عملکرد کل زنجیره‌ی تأمین است. هدف این نوشتار توصیف یک ابزار پشتیبان تصمیم برای ایجاد هماهنگی در زنجیره‌ی تأمین، متشکل از یک خرده‌فروش و یک تولیدکننده با استفاده از قراردادها در محیط مدیریت موجودی توسط فروشنده (VMI) است. استفاده از VMI در محیط زنجیره‌ی تأمین اجرای قراردادها را تسهیل می‌کند. در شرایطی که تأمین‌کننده می‌تواند چندین قرارداد را به خرده‌فروش ارائه کند، استفاده از یک ابزار پشتیبان تصمیم می‌تواند به مشارکت‌کنندگان در طراحی پارامترهای قراردادها و مقایسه‌ی آنها کمک کند. این ابزار از بخش‌های تحلیلی و شبیه‌سازی تشکیل شده است. با کمک این ابزار امکان تعیین پارامترهای قرارداد و مقایسه‌ی سود حاصل از آنها در حالات مختلف فراهم می‌شود؛ همچنین پارامترهای قرارداد برگشت محصول فروخته نشده و تخفیف مقدار فروش ابتدا تعیین و سپس هر یک براساس شاخص سود مورد انتظار مقایسه می‌شوند.

واژگان کلیدی: هماهنگی زنجیره‌ی تأمین، قراردادها، مدیریت موجودی توسط فروشنده، سیستم پشتیبان تصمیم.

۱. مقدمه

امروزه بیشتر شرکت‌ها به این نکته‌ی مهم پی برده‌اند که عملکرد کسب‌وکارشان شدیداً به هماهنگی و مشارکت با اعضای زنجیره‌ی تأمین وابسته است.^[۱] برای این منظور سازوکارهای هماهنگی مختلفی نظیر قراردادها، سازوکارهای هماهنگی جریان نظیر VMI، و پاسخ‌گویی سریع^۲ ارائه شده است. VMI در ۱۹۸۰ توسط شرکت وال‌مارت و گمبل مطرح شد و امروزه در بسیاری از شرکت‌ها همچون شل، اچ‌پی، جانسون - جانسون و... استفاده می‌شود.^[۲]

قراردادهای زنجیره‌ی تأمین یکی از سازوکارهای هماهنگی، و شامل مجموعه‌ی از بندها و تعهداتی است که اطلاعات مناسب و سازوکارهای تشویقی را در راستای تضمین هماهنگی تصمیمات و فعالیت‌های تمام اعضای زنجیره‌ی تأمین و بهینه‌سازی عملکرد کل زنجیره ارائه می‌کند.^[۳] قرارداد تخفیف فروش^۳ از جمله قراردادهایی است که برای هماهنگی زنجیره‌ی تأمین صنایع نرم‌افزار، سخت‌افزار و صنایع خودرو استفاده می‌شود. تخفیف فروش متفاوت از تخفیف مقدار سفارش است. این تخفیف توسط

تأمین‌کننده، و به‌ارزی کالای فروخته شده به مشتری، به خرده‌فروش پرداخت می‌شود. بنابراین، این قرارداد نسبت به قرارداد تخفیف مقدار سفارش کارآمدتر است و از ایجاد پدیده‌ی اثر شلاقی در زنجیره‌ی تأمین جلوگیری می‌کند.^[۵] این ویژگی ناشی از انگیزش‌های مستقیمی است که به خرده‌فروش برای افزایش فروش ارائه می‌شود. هدف از قراردادهای بازگشت (ارجاع) محصول فروخته‌نشده^۴ افزایش مقدار سفارش‌دهی و به تبع آن افزایش مقدار فروش محصول است. جوهره و ویژگی اصلی این قرارداد توزیع ریسک بازار^۵ است.^[۶] هدف از قرارداد تخفیف فروش در مقایسه با این قرارداد، کاهش مقدار کالای برگشتی از سوی خرده‌فروش است که با ارائه‌ی تشویقی‌هایی به وی، انگیزه‌اش را برای فروش بیشتر افزایش می‌دهد.^[۸]

پیاده‌سازی قراردادهای یادشده در یک زنجیره‌ی تأمین سنتی مشکل است. علت این مسئله آن است که در یک زنجیره‌ی تأمین سنتی سازوکار مؤثری برای تسهیل مبادله‌ی پیوسته‌ی اطلاعات بین اعضای زنجیره‌ی تأمین وجود ندارد.^[۴] تأمین‌کنندگان به آگاهی از مقدار دقیق کالای فروخته شده توسط خرده‌فروش، به منظور پرداخت تخفیف یا پرداخت پول به کالای باقی مانده نیاز دارند، اما مشکلات زمانی

* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۳۹۱/۲/۱۰، اصلاحیه ۱۳۹۱/۲/۲۶، پذیرش ۱۳۹۲/۲/۳۱.

آغاز می‌شود که تأمین‌کننده نمی‌تواند داده‌های فروش را مستقیماً به دست بیاورد. به عبارت دیگر، داده‌های به دست آمده از خرده‌فروش ممکن است موثق و صحیح نباشد، طوری که خرده‌فروش ممکن است تخفیفات بیشتری نسبت به داده‌های واقعی فروش ادعا کند یا اعلام کند که کالای بیشتری در انبار باقی مانده است. در سال‌های اخیر VMI به ابزاری مهم برای پیاپی‌سازی قراردادهای تبدیل شده، اما تحقیقات کمی در این حوزه منتشر شده است.^[۹] وقتی از VMI در عمل استفاده می‌شود، شرایط کنترل موجودی تغییر می‌کند. در این حالت تأمین‌کنندگان سطح موجودی را به صورت فیزیکی یا الکترونیکی پایش و کنترل می‌کنند و درمورد زمان‌های سفارش و مقدار سفارش انبار^۶ تصمیم‌گیری می‌کنند.

نظر به این که تقسیم سود با هر یک از قراردادهای مورد اشاره، متفاوت است و در شرایطی که امکان استفاده از این قراردادها در یک زنجیره تأمین وجود دارد، وجود یک ابزار پشتیبان تصمیم که مقایسه‌ی قراردادهای مختلف را براساس شاخص‌های عملکردی همچون سود عملی سازد و در تعیین پارامترهای قراردادی به مشارکت‌کنندگان کمک کند، بسیار حائز اهمیت است. نوآوری اصلی این تحقیق عبارت است از پیشنهاد یک ابزار پشتیبان تصمیم برای ایجاد هماهنگی زنجیره تأمین در محیط VMI و قراردادهای مشارکت‌کنندگان. به دلیل امکان به اشتراک‌گذاری اطلاعات در محیط VMI، تأمین‌کننده قادر است اطلاعات واقعی فروش را به دست بیاورد؛ در این صورت شرایط لازم برای پیاده‌سازی قراردادهای فراهم می‌شود.

در ادامه، در بخش دوم ادبیات مرتبط مرور می‌شود. سپس، در بخش سوم مدل تحلیلی و نمادهای مورد استفاده، و در بخش چهارم شبیه‌سازی مدل تعریف می‌شود. بخش پنجم به تشریح مدل با استفاده از یک مثال عددی اختصاص دارد و در انتها، نتیجه‌گیری و کاربردهای مدیریتی این تحقیق ارائه می‌شود.

۲. مرور ادبیات

محصولی که توسط مشتری نهایی استفاده می‌شود از مراحل مختلف زنجیره تأمین عبور می‌کند و در هر مرحله، ارزشی به محصول اضافه می‌شود. برای بهبود عملکرد کل زنجیره تأمین، اعضای زنجیره باید به‌عنوان بخشی از یک سیستم یک‌پارچه رفتار کنند و با همدیگر هماهنگ باشند. «هماهنگی زنجیره تأمین» به‌عنوان ابزاری برای طراحی تصمیمات درست جریان کار و منابع بین اعضای زنجیره تأمین به‌منظور دستیابی به عملکرد بهتر -- از قبیل سود بیشتر، سطح سرویس دهی بهتر به مشتری و زمان پاسخگویی سریع‌تر -- تعریف شده است.^[۱۰]

مطالعات مختلفی در حوزه هماهنگی زنجیره تأمین انجام شده است. محققین هماهنگی را به گروه‌های قیمتی، غیرقیمتی، هماهنگی جریان و سیاست‌های برگشتی، انعطاف‌پذیری در مقدار، قواعد تخصیص و تبادل اطلاعات تفکیک و طبقه‌بندی می‌کنند.^[۱۱] عده‌ی دیگر این طبقه‌بندی را تغییر داده و آن را به سه گروه اصلی قیمتی، غیر قیمتی و سازوکارهای هماهنگی جریان تقسیم می‌کنند.^[۱۲]

سازوکارهای هماهنگی جریان برای مدیریت و کنترل جریان اطلاعات و محصول در یک زنجیره تأمین طراحی شده‌اند. زنجیره تأمین درگیر جریان مالی، اطلاعات و محصول/خدمات است و مدیریت مؤثر و کارایی این جریان برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین ضروری است. سازوکارهای مختلفی برای هماهنگی جریان براساس تبادل اطلاعات بررسی و در عمل به کار گرفته شده است VMI.^[۱۳] یکی از مهم‌ترین سازوکارهای هماهنگی جریان است که عملیات بین تأمین‌کننده و خرده‌فروش را از طریق تبادل اطلاعات، و مهندسی مجدد فرایندهای کسب و کار یک‌پارچه می‌کند.

فواید استفاده از این سازوکار در تحقیقات مختلف بررسی شده است. مطالعات انجام شده نشان داده است که وال‌مارت با استفاده از این سازوکار، فروشش را ۲۰ تا ۲۵ درصد افزایش داده است.^[۱۴] تحقیقات روی VMI به دو گروه اصلی تقسیم می‌شود؛ گروه اول فواید پیاده‌سازی سیستم را بررسی می‌کند و گروه دوم به موضوع طراحی VMI و ترکیب آن با موضوعات انگیزشی برمی‌گردد. اگرچه تحقیقات اندکی درخصوص ترکیب VMI با قراردادهای بهبود عملکرد زنجیره تأمین انجام شده،^[۱۵] در این تحقیق فواید اجرای VMI و برنامه ریزی مشارکتی با زیر سازی و پیش بینی (CPFR)^۷ بررسی می‌شود.^[۱۶] نتایج این بررسی نشان می‌دهد که در شرایطی که مدت زمان تدارک محصول کوتاه است یا ظرفیت تولید محدود است، هزینه‌ها با استفاده از VMI در مقایسه با CPFR کاهش بیشتری می‌یابد.

در مطالعات انجام شده، عملکرد یک زنجیره تأمین دوسطحی -- متشکل از یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش -- در حالت VMI و بدون VMI براساس شاخص عملکردی کل هزینه‌ی موجودی مقایسه شده است.^[۱۷] در مدل‌سازی ریاضی که بدین‌منظور انجام شده، تقاضا را احتمالی و مستقل از قیمت در نظر گرفته‌اند و با تعیین مقدار سفارش بهینه در هر یک از حالات، هزینه‌ی کل موجودی را در هر استراتژی با هم مقایسه کرده‌اند. بدین ترتیب چنین استنباط شد که کل هزینه موجودی در حالت VMI کم‌تر از حالت بدون VMI است. در این مورد، پارامترهای هزینه‌های نگهداری، سفارش‌دهی، حمل، مقدار تقاضا و نرخ تولید به‌گونه‌ی تعیین شده که اختلاف بین این دو حالت کمینه شود.^[۱۸]

به غیر از سازوکارهای هماهنگی جریان، از قراردادهای مختلفی نیز برای هماهنگ‌کردن اعضای زنجیره تأمین استفاده شده تا تصمیمات مستقل اعضای زنجیره تأمین هم‌راستا با اهداف کلان سیستم شود. قراردادهای شامل تخفیف مقدار سفارش، قرارداد برگشت محصول فروخته‌نشده، قرارداد تخفیف فروش، قراردادهای انعطاف‌پذیری در مقدار، به اشتراک‌گذاری درآمد و قرارداد تخفیف فروش است. درخصوص هماهنگی زنجیره تأمین با استفاده از قراردادهای، و نیز قراردادهایی که این هماهنگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، تحقیق کاملی انجام شده است.^[۱۹] بررسی‌های انجام شده در آن تحقیق همچنین نشان داد که قرارداد تخفیف فروش قادر به کنترل تصمیمات مقدار سفارش خرده‌فروش نیست.^[۲۰] در همین راستا، دیگر محققین در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که چنانچه مدل تخفیف به صورت خطی در نظر گرفته شود ترکیب تخفیف فروش به‌همراه یک سیاست برگشتی می‌تواند هماهنگی در زنجیره تأمین را ایجاد کند.^[۲۱] نتایج حاصل از بررسی ادبیات و تحقیقات مرتبط با قراردادهای قیمت عمده‌فروشی نشان داد که این نوع قراردادهای نمی‌توانند هماهنگی در زنجیره تأمین را ایجاد کنند.^[۱۵]

محققین برای ایجاد هماهنگی در یک زنجیره تأمین دوسطحی، از قرارداد برگشت محصول فروخته نشده به همراه تخفیفاتی استفاده کردند.^[۱۶] گیلبرت مدل مورد استفاده برنستاین را برای حالتی که تقاضای مشتری حساس به قیمت است، توسعه داد.^[۱۷] کاجون قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد را بین تولیدکننده و خرده‌فروش برای ایجاد هماهنگی مدل‌سازی می‌کند و شرایط مورد نیاز برای دستیابی به هماهنگی را توضیح می‌دهد.^[۱۸] در ادامه، گینانوکارو نشان می‌دهد که این قرارداد قابلیت ایجاد هماهنگی در یک زنجیره تأمین سه‌سطحی (شامل تأمین‌کننده، تولیدکننده و خرده‌فروش) را دارد.^[۱۹] بنابراین با توجه به تنوع قراردادهای مورد استفاده در زنجیره تأمین و تفاوت عملکرد آنها در تقسیم سود بین اعضای زنجیره تأمین، و نظر به این که سازوکار هماهنگی جریان VMI قادر به تسهیل مشکلات پیاده‌سازی قراردادهای و فراهم آوردن موجبات تبادل اطلاعات بین اعضاست، طراحی سیستم پشتیبان تصمیمی که به اعضای زنجیره تأمین در تعیین پارامترهای قرارداد

جدول ۱. تفاوت مدل پیشنهادی از مدل پیشین.^[۱۳]

مدل پیشنهادی	مدل پیشین ^[۱۳]	شرح اختلاف
ترکیب سازوکار هماهنگی جریان (VMI) با سازوکار قرارداد (تخفیف فروش و تخفیف کالای برگشتی)	سازوکار هماهنگی جریان (VMI)	سازوکار مورد استفاده
احتمالی و حساس به قیمت؛ با افزایش قیمت کالا مقدار تقاضا کاهش پیدا می‌کند	احتمالی و مستقل از قیمت	نوع تقاضا
قیمت فروش خرده‌فروش	مقدار سفارش	متغیر تصمیم
سود مورد انتظار به عنوان شاخص اصلی و درآمد مورد انتظار - هزینه‌های نگاه‌داری، فروش از دست رفته به عنوان شاخص فرعی	کل هزینه‌ی موجودی	شاخص مقایسه
بیشینه‌سازی سود	کمینه‌سازی هزینه	تابع تقاضا

جدول ۲. نمادهای مورد استفاده در مدل.

c	هزینه‌ی تولید هر واحد کالا توسط تأمین‌کننده
h	هزینه‌ی نگاه‌داری هر واحد کالا
q	سطح موجودی پایه که توسط تأمین‌کننده برای خرده‌فروش تعیین می‌شود
P	قیمت خرده‌فروش
W	قیمت عمده‌فروشی کالا توسط تأمین‌کننده
$D(p)$	تقاضای مشتری که تابعی از قیمت خرده‌فروش است
Csl	سطح سرویس‌دهی به مشتری که توسط خرده‌فروش تعیین می‌شود
r	مبالغ پرداختی توسط تأمین‌کننده به خرده‌فروش به‌ازای هر واحد فروش کالا
v	مبالغ پرداختی توسط تأمین‌کننده به خرده‌فروش به‌ازای هر واحد کالای باقی مانده در انتهای دوره
π_r	تابع سود خرده‌فروش
π_s	تابع سود تأمین‌کننده
π	تابع سود کل زنجیره‌ی تأمین

و انتخاب قرارداد مناسب کمک کند، بسیار حائز اهمیت است. طراحی سیستم پیشنهادی را با توجه به نحوه‌ی مدل‌سازی محققین پیشین^[۱۳] و گسترش آن انجام می‌دهیم. در جدول ۱ تفاوت مدل پیشنهادی از مدل پیشین ارائه شده است.

در مدل پیشنهادی ما VMI و قراردادها با هم ترکیب می‌شوند. در این مدل خرده‌فروش مسئول تعیین قیمت فروش است. به عبارت دیگر در این مدل هماهنگ‌سازی تصمیمات قیمتی خرده‌فروش با اهداف کلان زنجیره‌ی تأمین مورد توجه قرار می‌گیرد.

در ادامه، ما بخش‌های تشکیل‌دهنده‌ی این ابزار پشتیبان تصمیم را در یک زنجیره‌ی تأمین متشکل از یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش در محیط VMI و با استفاده از قراردادها توضیح می‌دهیم.

y یک متغیر تصادفی مستقل از قیمت و با امید ریاضی $E(y) = 1$ است. بنابراین $E[D(p)] = d(p)$ است. متغیر تصادفی y با توالی مستقل و به صورت توزیع یکنواخت با تابع چگالی $g(\cdot)$ و تابع توزیع تجمعی $G(\cdot)$ فرض می‌شود. $S(q) = (q \wedge D)$ مقدار واقعی فروش خرده‌فروش و $E[q - D]^+$ متوسط موجودی باقی‌مانده در انتهای دوره را نشان می‌دهد. بنابراین فروش مورد انتظار عبارت است از:

$$E[S(q)] = q - E[q - D]^+ \quad (2)$$

مدل براساس منطق زیر توسعه داده می‌شود:

۱. تعیین قیمت بهینه با توجه به هزینه‌های تمام اعضا صورت می‌گیرد.
۲. مقادیر متغیر تصمیم قراردادها چنان تعیین می‌شود که مقدار تابع سود در حالت عدم هماهنگی کم‌تر از حالت هماهنگی با استفاده از قراردادها باشد. به عبارتی هدف این است که تمام اعضای زنجیره‌ی تأمین از پیاده‌سازی قرارداد سود ببرند.

در ادامه در مورد حالات مختلف هماهنگی و عدم هماهنگی بحث می‌شود.

حالت اول: حالت عدم هماهنگی. در این حالت اعضای زنجیره‌ی تأمین به صورت مستقل تصمیم‌گیری می‌کنند و خرده‌فروش در مورد قیمت فروش کالا براساس هزینه‌های خودش تصمیم‌گیری می‌کند.

حالت دوم: حالت هماهنگی. در این حالت قیمت بهینه براساس تمام پارامترهای هزینه‌ی زنجیره‌ی تأمین تعریف می‌شود؛ ممکن است این قیمت برای کل اعضای زنجیره‌ی تأمین قابل قبول نباشد.

حالت سوم: هماهنگی با استفاده از قراردادها. در این حالت هماهنگی مرحله‌ی قبل با قراردادهای تخفیف کالای فروخته شده و قرارداد برگشت کالای فروخته نشده تلفیق می‌شود. مراحل تصمیمات در این زنجیره‌ی تأمین عبارت است از:

۳. بخش تحلیلی و نمادگذاری^۸

مدل متشکل از یک زنجیره‌ی تأمین دوسطحی^۹ است. مدل تک‌پرویی با یک محصول در نظر گرفته می‌شود. فرض می‌شود که در انتهای دوره محصول منسوخ و اسقاط می‌شود. ظرفیت تأمین‌کننده نامحدود در نظر گرفته می‌شود و سود تأمین‌کننده با افزایش در مقدار سفارش افزوده می‌شود. تأمین‌کننده سیاست مرور دوره‌یی را برای پرکردن انبار و رسیدن به سطح مشخص موجودی در هر فاصله‌ی زمانی می‌پذیرد. هزینه‌های نگاه‌داری کالاهای باقی‌مانده در انتهای دوره‌ی فروش متعلق به خرده‌فروش است. برای استقرار مدل، نمادهایی به کار گرفته می‌شوند که در جدول ۲ نمایش داده شده است.

تقاضا در مدل به صورت احتمالی و حساس به قیمت^{۱۰} در نظر گرفته می‌شود. این تابع به صورت حاصل ضرب قیمت خرده‌فروش^{۱۱} و یک متغیر تصادفی احتمالی در نظر گرفته می‌شود. مشخصاً تقاضا برای خرده‌فروش به صورت $D(p) = d(p)y$ تعریف می‌شود که در آن p قیمت خرده‌فروش، و $d(p)$ تقاضای قطعی است که حساس به قیمت با تابع منفی است؛ به عبارت دیگر قیمت‌های بالاتر نقش بیشتری در کاهش تقاضا بازی می‌کنند.

$$\frac{\partial d}{\partial p} \leq 0 \quad (1)$$

۱. تأمین‌کننده قیمت عمده‌فروشی را تعیین می‌کند.

۲. خرده‌فروش قیمت خرده‌فروشی را براساس قیمت خرید محصول از تأمین‌کننده تعیین می‌کند. کم‌ترین سطح سرویس‌دهی به مشتری را نیز $CSL^{۱۲}$ مشخص می‌کند.

۳. تأمین‌کننده سطح موجودی انبار را براساس CSL تعیین می‌کند.

در محیط RMI خرده‌فروش سطح موجودی را به‌منظور بیشینه‌سازی سودش تعیین می‌کند. این در حالی است که در محیط VMI تأمین‌کننده در مورد زمان و مقدار سفارش‌دهی، براساس خواسته‌ی خرده‌فروش و برآوردن سطح سرویس‌دهی به مشتری (CSL) تصمیم می‌گیرد. به‌وسیله‌ی محدودیت CSL الزام‌شده از سوی خرده‌فروش، تأمین‌کننده مقدار کالای زیر را برای خرده‌فروش تعیین می‌کند:

$$q = d(p) \cdot G^{-1}(CSL) \quad (۳)$$

۱.۳. حالت عدم هماهنگی

چون ریسک موجودی باقی‌مانده در انتهای دوره به خرده‌فروش منتقل می‌شود، تابع سود خرده‌فروش چنین بیان می‌شود:

$$\begin{aligned} \pi_r &= (p-w)(q - E[q-D]^+) - hE[q-D]^+ \\ \pi_r &= d(p)(p-w)(K-A) - hd(p)A \\ &= d(p)[(p-w)(k-A) - hA] \end{aligned} \quad (۴)$$

قیمت بهینه‌ی خرده‌فروش عبارت است از:

$$\pi_r = \frac{\partial d(p)}{\partial p} (p-w)(K-A) + (K-A)d(p) - \frac{\partial d(p)}{\partial p} hA \quad (۵)$$

اگر $d(p)$ به صورت $a - bp$ تعریف شود، آنگاه قیمت بهینه‌ی خرده‌فروش عبارت است از:

$$P_r^* = \frac{(a+wb)}{2b} + \frac{Ah}{2(K-A)} \quad (۶)$$

خرده‌فروش ممکن است برای افزایش سود خود قیمت بالایی را تعیین کند، که این مسئله منجر به کاهش سود تأمین‌کننده و کل کانال زنجیره‌ی تأمین می‌شود. تابع سود تأمین‌کننده در حالت عدم هماهنگی عبارت است از:

$$\begin{aligned} \pi_s &= wE(q \wedge D) - cq \\ \pi_s &= k(w-c)d(p) - wd(p)A \end{aligned} \quad (۷)$$

۲.۳. حالت هماهنگی کامل

تابع سود مورد انتظار کل زنجیره‌ی تأمین در حالت هماهنگی کامل عبارت است از مجموع توابع سود خرده‌فروش و تأمین‌کننده:

$$\pi_{sc} = \pi_r + \pi_s \quad (۸)$$

تابع سود یک‌پارچه‌ی زنجیره‌ی تأمین نیز عبارت است از:

$$\begin{aligned} \pi_{sc} &= PE(q \wedge D) - cq - hE[q-D]^+ \\ \pi_{sc} &= d(p-c)k - d(p+h)A \end{aligned} \quad (۹)$$

در این حالت قیمت بهینه برای کل زنجیره‌ی تأمین p_{sc}^* تعیین می‌شود.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi}{\partial p} &= \frac{\partial d(p)}{\partial p} (p-c)k + d(p)k - \frac{\partial d(p)}{\partial p} (p+h)A - d(p)A \\ P_{sc}^* &= \frac{b(hA+ck) + a(k-A)}{2b(k-A)} = \frac{a}{2b} + \frac{hA+ck}{2(k-A)} \end{aligned} \quad (۱۰)$$

قیمت بهینه‌ی که براساس رابطه‌ی ۱۰ تعیین می‌شود ممکن است برای خرده‌فروش قابل قبول نباشد، چرا که باعث کاهش سود او شده و او را به ترک زنجیره‌ی تأمین تشویق می‌کند. از این رو، استفاده از سازوکاری که خرده‌فروش را به تعیین این قیمت بهینه تشویق کند ضروری است. از قراردادهای برای ایجاد این هماهنگی استفاده می‌شود.

۳.۳. حالت هماهنگی با قرارداد تخفیف فروش

برای تحت فشار قرار دادن خرده‌فروش در استفاده از قیمت بهینه‌ی زنجیره‌ی تأمین، تولیدکننده باید تشویق‌های قیمتی را به خرده‌فروش ارائه کند. با استفاده از قرارداد تخفیف فروش، تأمین‌کننده در پایان دوره به‌ازای هر تعداد کالای فروخته شده مبلغی معادل r به خریدار می‌پردازد. به این ترتیب تأمین‌کننده، خرده‌فروش را به کاهش قیمت فروش تشویق می‌کند. با توجه به سازوکار تشویقی تابع سود مورد انتظار تأمین‌کننده و خرده‌فروش مطابق رابطه‌ی ۱۱ تغییر می‌کند. با توجه به نمادهای تعریف شده در جدول ۱، تخفیف مورد انتظار ارائه شده از سوی تأمین‌کننده برابر است با:

$$L(d) = E[S(q)] = (q-d) \int_0^{q/d} G(y) dy \quad (۱۱)$$

سود مورد انتظار خرده‌فروش پس از استفاده از قرارداد و با قیمت بهینه‌ی p_{sc}^* برابر است با:

$$\pi_r = d(p_{sc}^*)[(p_{sc}^* - w)(K-A) - hA] + rL(d) \quad (۱۲)$$

سود مورد انتظار تأمین‌کننده برابر است با:

$$\pi_s = k(w-c)d(p_{sc}^*) - wd(p_{sc}^*)A - rL(d) \quad (۱۳)$$

در این حالت متغیر تصمیم قرارداد r (مبلغی که تولیدکننده بابت هر واحد کالای فروخته شده به خرده‌فروش می‌پردازد) با این شرط تعیین می‌شود که تابع سود تأمین‌کننده و خرده‌فروش با استفاده از این قرارداد در مقایسه با حالت بدون قرارداد بهبود پیدا کند.

Maximize the objective function (profit)

$$\max \pi_i(p_{sc}^*)$$

subject to :

$$\begin{aligned} \pi_i(p_{sc}^*) &\geq \pi_i(p_r^*) \quad i = r, s \\ r &\geq \frac{(p_r^* - p_{sc}^*)[(a - b(p_r^* + p_{sc}^* - w))(k-A) + hAb]}{L(d)} \\ r &\leq \frac{b(p_r^* - p_{sc}^*)(w(k-A) - kc)}{L(d)} \end{aligned} \quad (۱۴)$$

۴.۳. حالت هماهنگی با استفاده از قرارداد ارجاع کالای فروخته نشده

با توجه به این که مالکیت کالا با تأمین‌کننده است و نیز با استفاده از قرارداد ارجاع کالای فروخته نشده، تأمین‌کننده در پایان دوره به‌ازای هر تعداد کالای باقی‌مانده

۱.۴. داده‌های ورودی به شبیه‌سازی

پارامترهایی از قبیل «تقاضا»، «هزینه‌های عملیاتی» و «قیمت فروش تأمین‌کننده» داده‌های ورودی شبیه‌سازی هستند. پارامترهای هزینه و قیمت براساس روابط مشخص شده در معادلات بخش تحلیلی تعیین می‌شود. مقدار تقاضا تصادفی است و با استفاده از توزیع احتمال و پارامترهای میانگین و انحراف استاندارد متغیر تصادفی تعیین می‌شود. سپس شاخص‌های عملکردی سناریوهای زیرکمی می‌شود:

الف) سناریو صفر: حالت عدم هماهنگی. قیمت بهینه‌ی خرده‌فروش براساس پارامترهای هزینه و قیمت تأمین‌کننده با استفاده از معادلات قبل تعیین می‌شود.

ب) سناریو یک: هماهنگی با قیمت بهینه‌ی زنجیره‌ی تأمین. قیمت بهینه‌ی زنجیره‌ی تأمین براساس پارامترهای هزینه تعیین می‌شود.

ج) سناریو دو: سناریو یک + قرارداد تخفیف فروش. دامنه‌ی مبلغ تخفیف با استفاده از روابط ۱۱ تا ۱۴ تعیین می‌شود. این معادلات حد بالا و پایین مبلغ تخفیف را نشان می‌دهند. انتخاب مبلغ تخفیف با هدف بیشینه‌سازی میانگین سود مورد انتظار هر دو عضو صورت می‌گیرد. سود مورد انتظار هر دو عضو برای کل دامنه‌ی قیمت‌های تخفیف، که منجر به زیرسناریوهای مختلف می‌شود، تعیین می‌شود.

د) سناریو سه: سناریو یک + قرداد ارجاع (برگشت) کالای فروخته نشده. دامنه‌ی مبلغ تخفیف با استفاده از روابط ۱۵ تا ۱۷ تعیین می‌شود. این معادلات نشان‌گر حد بالا و پایین مبلغ ارائه شده به خرده‌فروش بابت کالای باقی‌مانده هستند. انتخاب مبلغ با هدف بیشینه‌سازی میانگین سود مورد انتظار هر دو عضو صورت می‌گیرد. سود مورد انتظار هر دو عضو برای کل دامنه‌ی قیمت‌ها، که منجر به زیرسناریوهای مختلف می‌شود، تعیین می‌شود.

۲.۴. خروجی‌های مدل شبیه‌سازی

شاخص‌های عملکردی که در تمام سناریوها ارزیابی می‌شوند، عبارت‌اند از سود مورد انتظار، درآمد تحقق یافته، موجودی باقی‌مانده. این شاخص‌ها برای تمام سناریوها و زیرسناریوها ارزیابی، و با حالت عدم هماهنگی، هماهنگی، و هماهنگی با استفاده از قراردادهای مقایسه می‌شود.

۳.۴. ابزار شبیه‌سازی

شبیه‌سازی درک علت و معلولی^{۱۴} از عملکرد زنجیره‌ی تأمین را فراهم می‌کند، به این ترتیب که کدام ورودی‌ها (حالات هماهنگی) کدام خروجی‌ها (شاخص عملکردی) را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از صفحه‌ی گسترده‌ی اکسل^{۱۵} برای شبیه‌سازی سناریوهای مختلف استفاده می‌شود. استفاده از صفحات گسترده بسیار ساده است و کاربر با آنها به راحتی ارتباط برقرار می‌کند.

۵. مثال عددی

برای درک بهتر از نحوه‌ی استفاده‌ی این ابزار یک مثال عددی ارائه می‌شود. حالات مختلف هماهنگی و عدم هماهنگی با استفاده از یک صفحه‌ی گسترده توسعه داده می‌شود. تابع تقاضا عبارت است از $d(p) = a - bp$ و متغیر تصادفی y دارای توزیع یکنواخت $u(v_1, v_2 - v_1) \approx y$ با میانگین برابر با ۱ است. تعداد دفعات

مبلغی معادل V -- که درصدی از هزینه‌ی نگهداری تأمین‌کننده است -- به خریدار می‌پردازد. به این ترتیب تأمین‌کننده خرده‌فروش را به کاهش قیمت فروش تشویق می‌کند. تابع سود مورد انتظار تأمین‌کننده و خرده‌فروش با این قرارداد به شرح زیر تغییر می‌کند:

سود مورد انتظار خرده‌فروش با قیمت بهینه p_{sc}^* برابر است با:

$$\pi_r = d(p_{sc}^*)[(p_{sc}^* - w)(K - A) - hA] + Vd(p_{sc}^*)A \quad (15)$$

سود مورد انتظار تأمین‌کننده در این حالت برابر است با:

$$\pi_s = k(w - c)d(p_{sc}^*) - wd(p_{sc}^*)A - Vd(p_{sc}^*)A \quad (16)$$

در این سناریو متغیر تصمیم قرارداد V (مبلغی که توسط تولیدکننده به خرده‌فروش بابت هر واحد کالای باقی‌مانده پرداخت می‌شود) با این شرط که تابع سود تأمین‌کننده و خرده‌فروش با استفاده از این قرارداد در مقایسه به حالت بدون قرارداد بهبود پیدا کند، تعیین می‌شود.

Maximize the objective function (profit)

$$\max \pi_i(p_{sc}^*)$$

subject to :

$$\pi_i(p_{sc}^*) \geq \pi_i(p_r^*) \quad i = r, s$$

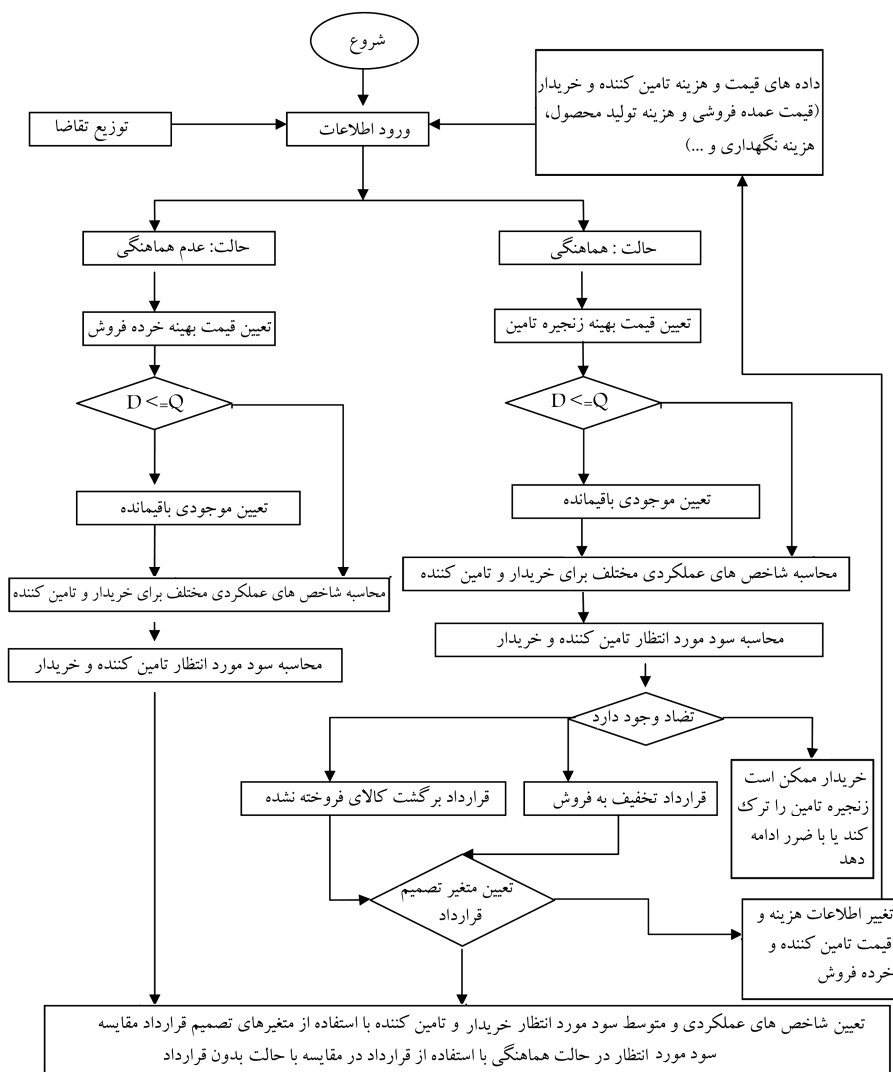
$$V \geq \frac{(p_r^* - p_{sc}^*)[(a - b(p_r^* + p_{sc}^* - w))(k - A) + hAb]}{(a - bp_{sc}^*)A}$$

$$V \leq \frac{b(p_r^* - p_{sc}^*)(k(w - c) - wA)}{(a - bp_{sc}^*)A} \quad (17)$$

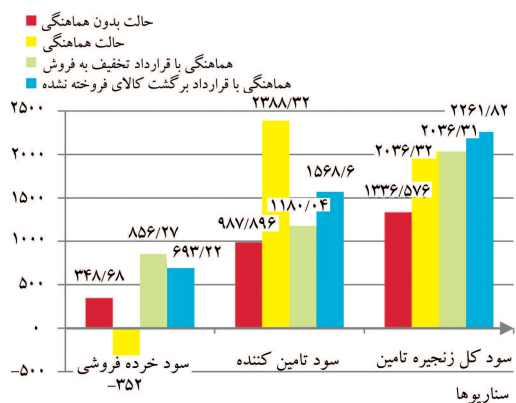
۴. بخش شبیه‌سازی

حد بالا و پایین متغیرهای تصمیم قرارداد تعیین‌کننده‌ی دامنه‌ی از مقادیر است که در آن سود تأمین‌کننده و خریدار بیشتر از حالت بدون هماهنگی است. کمی کردن تغییرات تابع سود به تصمیم‌گیرندگان در پذیرش یا رد قرارداد کمک می‌کند. با کمی کردن شاخص‌های عملکردی، اعضا می‌توانند در مورد مقادیر پارامترهای مختلف قراردادی تصمیم‌گیری کنند. با استفاده از شبیه‌سازی، امکان تولید و آزمون گزینه‌های مختلف تصمیم‌گیری براساس سناریوهای مختلف فراهم می‌شود. شبیه‌سازی ارزیابی شاخص‌های عملکردی مختلف را تحت سناریوهای مختلف قراردادی و با در نظر گرفتن عدم قطعیت تقاضا، امکان‌پذیر می‌کند. روابط توسعه‌یافته در بخش تحلیلی، داده‌های ورودی به بخش شبیه‌سازی هستند. سناریوهای مختلف، اعضای زنجیره‌ی تأمین را در تعیین مقادیر مناسب پارامترهای قراردادی برای رسیدن به هماهنگی کمک می‌کنند. همچنین شبیه‌سازی ارزیابی سناریوهای مختلف را پیش از پیاده‌سازی سیستم ممکن می‌سازد، بنابراین با این ابزار فواید زیر حاصل می‌شود:

- اجرای تجزیه و تحلیل «چه می‌شود اگر...»^{۱۳}، که منجر به برنامه‌ریزی تصمیمات بهتر می‌شود؛
- مقایسه‌ی گزینه‌های عملیاتی مختلف بدون متوقف کردن سیستم واقعی؛
- کاهش زمان تصمیم‌گیری و در نتیجه امکان اخذ و اجرای به موقع تصمیمات. رویکرد گام به گام شبیه‌سازی در شکل ۱ ارائه می‌شود.



شکل ۱. رویکرد گام به گام بخش شبیه‌سازی.



شکل ۲. مقایسه‌ی شاخص عملکردی تحت سناریوهای مختلف.

مقایسه با سایر حالات در کم‌ترین مقدار ممکن برابر ۱۳۳۶/۵۷ است. علت این امر اخذ تصمیمات مستقل اعضای زنجیره است. مطابق شکل ۲ سود خرده‌فروش در حالت هماهنگی کامل، در مقایسه با حالت عدم هماهنگی، کاهش یافته و منفی شده، که علت آن قیمت‌گذاری کم‌تر از حد قابل

تکرار ۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود. تابع چگالی y برابر است با: $g(y) = \frac{1}{\tau - \tau v_1}$ تابع جمع‌ی متغیر تصادفی برابر است با: $G(y) = \frac{y - \tau v_1}{\tau - \tau v_1}$ به این ترتیب:

$$k - A = CSL(2 - CSL)(1 - v_1) + v_1,$$

$$A = CSL^2(1 - v_1), \quad k = 2CSL(1 - v_1) + v_1$$

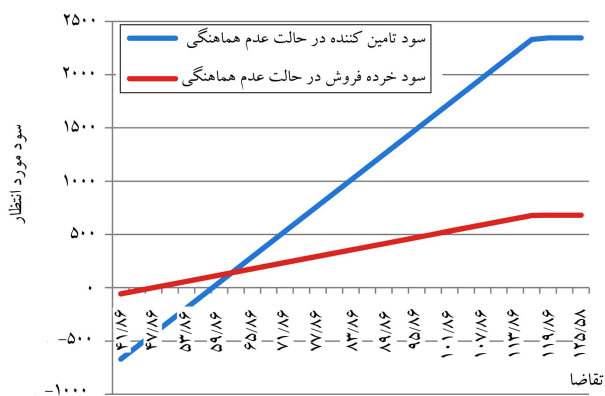
$$a = 100, \quad w = 40$$

اطلاعات جدول ۳ نشان می‌دهد که دامنه‌ی قیمت پرداختی به کالای برگشتی باید بین ۸۹۱ تا ۱۷۰۸ و دامنه‌ی تخفیف کالای فروش‌رفته از ۳/۳ تا ۶/۹۵۳ -- براساس معادلات تعریف‌شده -- تغییر کند تا سود مورد انتظار اعضای زنجیره‌ی تأمین نسبت به حالت عدم هماهنگی بهبود یابد.

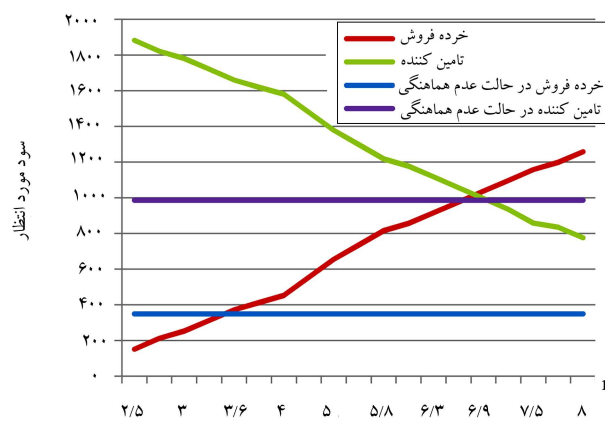
شاخص‌های مختلف عملکردی نمایش داده شده در جدول ۳ با استفاده از نتایج خروجی شبیه‌سازی مقایسه می‌شود. شبیه‌سازی به کمی کردن تغییرات در شاخص‌های عملکردی سناریوهای مختلف کمک می‌کند. چنان‌که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در حالت عدم هماهنگی سود مورد انتظار کل زنجیره‌ی تأمین در

جدول ۳. نتایج شاخص‌های عملکردی تحت سناریوهای مختلف.

سناریوها		شاخص‌ها		
هماهنگی با قرارداد برگشت کالای فروخته نشده $V = 10$	هماهنگی با قرارداد تخفیف فروش $r = 6$	حالت هماهنگی $P = 39,88$	حالت عدم هماهنگی $P = 45,814$	
$8,91 < V < 17,08$	$3,3 < r < 6,953$	$P = 39,88$	$P = 45,814$	
۴۷۱,۲۲	۸۵۶,۲۷	-۳۵۲	۳۴۸,۶۸	سود خرده‌فروش
۸۲,۰۴	۸۲,۰۴	۸۲,۰۴	۳۳,۹۳	متوسط کالای باقی‌مانده
۳۲۸,۱۷	۳۲۸,۱۷	۳۲۸,۱۷	۱۳۵,۷	خرده‌فروش متوسط هزینه‌ی نگاه‌داری
۲۰۱,۳	۲۰۱,۳	۲۰۱,۳	۸۳,۲۷۵	متوسط فروش
۹۰۷۳,۲	۹۳۳۶	۸۰۲۸,۲	۳۸۱۴	متوسط درآمد
۱۵۶۸,۶	۱۱۸۰,۰۴	۲۳۸۸,۳۲	۹۸۷,۸۹۶	سود تأمین‌کننده
۰	۰	۰	۰	متوسط کالای باقی‌مانده
۵۶۶۷,۲	۵۶۶۷,۲	۵۶۶۷,۲	۲۳۴۴,۱	متوسط هزینه‌ی عملیاتی
۷۰۰۷	۶۸۴۴	۸۰۵۲	۳۳۳۱	متوسط درآمد
۲۲۶۱,۸۲	۲۰۳۶,۳۱	۲۰۳۶,۳۲	۱۳۳۶,۵۷۶	سود زنجیره‌ی تأمین
				مجموع



شکل ۳. مقایسه‌ی شاخص‌های شرایط عدم هماهنگی.



شکل ۴. دامنه‌ی تغییرات سود خرده‌فروش و تأمین‌کننده براساس متغیر r.

قبول است. در مقابل، سود تأمین‌کننده در این حالت به مقدار قابل توجهی افزایش یافته و به عدد ۲۳۸۸ رسیده است. علت این امر نیز قیمت‌گذاری پایین خرده‌فروش است که موجب افزایش مقدار تقاضا و در نتیجه افزایش سود تأمین‌کننده شده است. در این حالت متوسط مقدار تقاضا از ۸۳/۲۷ در حالت عدم هماهنگی به ۲۰۱/۳ رسیده است.

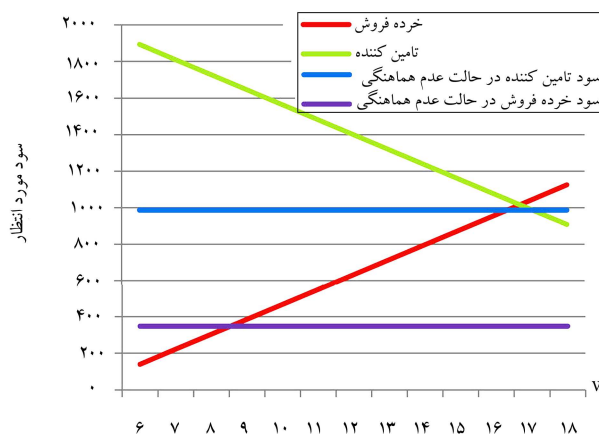
چنان‌که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، سود مورد انتظار خرده‌فروش و تأمین‌کننده در حالتی که تقاضا افزایش می‌یابد، افزایشی است. این به دلیل حساس بودن تقاضا به قیمت و خطی بودن رابطه تقاضا با قیمت است که با افزایش در تقاضا سود هر دو عضو زنجیره‌ی تأمین بهبود پیدا می‌کند.

در سناریو هماهنگی با استفاده از قرارداد تخفیف فروش، خرده‌فروش مبلغی را از تأمین‌کننده به‌ازای فروش هر واحد کالا دریافت می‌کند که این مسئله منجر به بهبود سود خرده‌فروش می‌شود و در نتیجه اثر انتخاب قیمت بهینه با استفاده از این تخفیف جبران می‌شود. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، دامنه‌ی تغییرات این مبلغ از ۳/۳ برای خرده‌فروش آغاز می‌شود. در مقابل با افزایش این مبلغ سود تأمین‌کننده کاهش می‌یابد. به این ترتیب بیشترین مبلغ پرداختی ۶/۹ است که در این صورت سود تأمین‌کننده با حالت عدم هماهنگی برابر می‌شود.

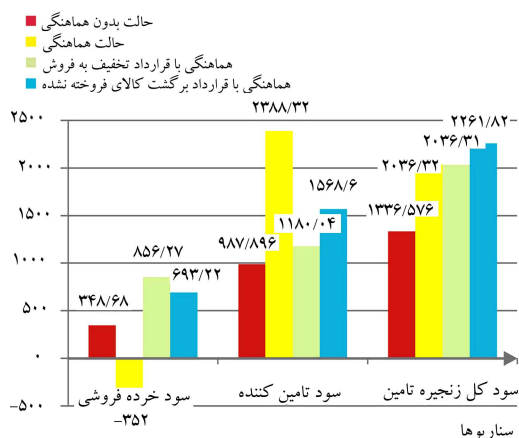
در حالت هماهنگی با استفاده از قرارداد ارجاع (برگشت) کالای فروخته‌نشده، خرده‌فروش به‌ازای هر واحد کالای باقی‌مانده در انتهای دوره مبلغی را از تأمین‌کننده دریافت می‌کند. دریافت این مبلغ منجر به بهبود سود خرده‌فروش می‌شود و خرده‌فروش را به پذیرش قیمت بهینه‌ی زنجیره‌ی تأمین راضی می‌کند. در شکل ۵ رفتار تابع سود خرده‌فروش و تأمین‌کننده، در دامنه‌ی تغییرات این مبلغ از ۸/۹ تا ۱۷/۰۸ نشان داده شده است. با این قرارداد خرده‌فروش ممکن است برای فروش محصول تلاش کم‌تری از خود نشان دهد. بنابراین خریدار باید به تأمین‌کننده اطمینان دهد که تمایل به فروش برند خاصی ندارد.



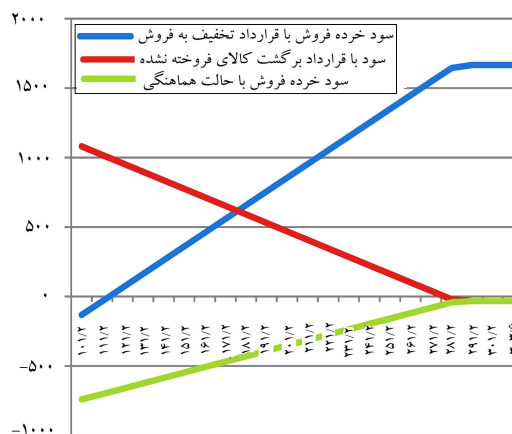
شکل ۷. روند تغییرات سود تأمین‌کننده با تقاضا.



شکل ۵. دامنه‌ی تغییرات سود خرده‌فروش و تأمین‌کننده براساس متغیر V.



شکل ۸. مقایسه‌ی سناریوهای مختلف براساس شاخص سود مورد انتظار.



شکل ۶. روند تغییرات سود خرده‌فروش با تقاضا.

۱.۵. مقایسه‌ی قراردادهای براساس شاخص سود مورد انتظار کل

زنجیره‌ی تأمین

شاخص سود مورد انتظار، به تأمین‌کننده و خریدار در انتخاب بهترین قرارداد تحت سناریوهای مختلف -- اگر داده‌های تقاضا برای تمام سناریوها مشابه باشد -- کمک می‌کند. مطابق شکل ۸، میانگین سود مورد انتظار برای حالت هم‌هنگی کامل و حالت هم‌هنگی با استفاده از قرارداد تخفیف فروش با هم برابر است. این در حالی است که با استفاده از قرارداد برگشت کالای فروخته نشده سود مورد انتظار کل زنجیره‌ی تأمین بهبود پیدا می‌کند و به مقداری برابر با ۲۲۶۱ افزایش پیدا می‌کند. در جدول ۴ تغییرات ایجاد شده در شاخص‌های عملکردی، در حالات مختلف هم‌هنگی با حالت عدم هم‌هنگی ارائه شده است. خرده‌فروش با استفاده از قرارداد بای‌بک، در مقایسه با حالت عدم هم‌هنگی، به افزایش سود تقریباً ۸ درصدی دست می‌یابد؛ در صورتی که با استفاده از قرارداد تخفیف فروش این افزایش سود برای خرده‌فروش تقریباً ۲ درصد است. در شکل ۹ تغییرات ایجاد شده در شاخص‌های عملکردی نشان داده شده است. سود مورد انتظار تأمین‌کننده تحت سناریو هم‌هنگی و هم‌هنگی با استفاده از قرارداد در مقایسه با حالت عدم هم‌هنگی، بهبود پیدا می‌کند. در جدول ۵ تغییرات در شاخص‌های عملکردی تأمین‌کننده ارائه شده است.

شاخص درآمد مورد انتظار تأمین‌کننده با استفاده از قراردادها نسبت به حالت

در شکل ۶ روند تغییرات سود خرده‌فروش براساس تقاضا، در حالات مختلف هم‌هنگی نشان می‌دهد. در شرایط هم‌هنگی کامل روند تغییرات سود صعودی است، اگرچه در تمامی این روند سود منفی است. در شرایط هم‌هنگی با استفاده از قرارداد تخفیف فروش با افزایش تقاضا، سود نیز افزایش پیدا می‌کند و زمانی سود بیشینه می‌شود که تقاضا به بیشترین مقدار خود می‌رسد. در مقابل، با استفاده از قرارداد تخفیف کالای برگشتی روند تغییرات سود نزولی است و با افزایش مقدار تقاضا، سود خرده‌فروش کاهش می‌یابد که این به دلیل قیمت بهینه‌ی زنجیره‌ی تأمین است که مستقل از قیمت عمده‌فروشی تأمین‌کننده است. بهترین انتخاب برای خرده‌فروش مبتنی بر شاخص سود مورد انتظار در شرایطی که مقدار تقاضا کم برآورده می‌شود، استفاده از قرارداد برگشت کالای فروخته نشده است. وقتی تقاضا متوسط یا زیاد تخمین زده می‌شود استفاده از قرارداد تخفیف فروش برای خرده‌فروش سودآورتر است.

شکل ۷ روند تغییرات سود تأمین‌کننده را براساس تقاضا و در حالات مختلف -- هم‌هنگی کامل، هم‌هنگی با استفاده از قرارداد تخفیف فروش، و قرارداد برگشت کالای فروخته‌نشده -- را نشان می‌دهد. در تمامی سناریوها روند تغییرات سود تأمین‌کننده افزایشی است. زمانی که تقاضا بیشینه می‌شود، سود تأمین‌کننده نیز بیشینه خواهد شد. در شرایطی که مقدار تقاضا زیاد یا متوسط برآورد می‌شود، استفاده از قرارداد برگشت کالای فروخته نشده برای تأمین‌کننده، در مقایسه با قرارداد برگشت کالای فروخته نشده، سودآورتر است.

عدم هماهنگی بهبود پیدا کرده است. سود تأمین‌کننده با استفاده از قرارداد تخفیف فروش و در مقایسه با قرارداد بای‌بک، افزایش ۷/۶٪ را نشان می‌دهد. در شکل ۱۰، میزان تغییرات در شاخص‌های عملکردی تأمین‌کننده در مقایسه با حالت عدم هماهنگی نشان داده شده است.

۶. نتیجه‌گیری

در این نوشتار یک ابزار پشتیبان تصمیم برای تعیین پارامترهای قراردادی در یک زنجیره تأمین دوسطحی در محیط مدیریت موجودی توسط فروشنده تشریح شده است. این ابزار شامل دو قسمت تحلیلی و شبیه‌سازی است. در بخش تحلیلی مدل‌سازی و روابط مورد نیاز توسعه داده می‌شود. شرط برد - برد به عنوان محدودیت در مدل تعریف می‌شود تا مشارکت‌کنندگان در زنجیره تأمین، علاقه‌مند به شرکت در این زنجیره و عقد قرارداد باشند. از شبیه‌سازی برای کمی‌کردن روابط توسعه‌یافته در مرحله تحلیلی و تعیین پارامترهای قرارداد استفاده می‌شود. شبیه‌سازی به تخمین اثر پارامترها روی شاخص عملکردی کمک می‌کند. این ابزار به تصمیم‌گیرندگان در انتخاب مقدار پارامترهای قراردادی و جواب سوالات «چه می‌شود اگر...» و انتخاب بهترین قرارداد کمک می‌کند. این ابزار پشتیبان تصمیم با ارائه حد بالا و پایین برای متغیرهای تصمیم قراردادی، انعطاف‌پذیری قیمتی در انجام مذاکرات را فراهم می‌کند و با ارائه شاخص‌های عملکردی، انتخاب بهترین قرارداد را با توجه به شرایط کسب و کار میسر می‌کند. این ابزار کمک می‌کند قیمتی انتخاب شود که سود هر دو عضو نسبت به حالت عدم هماهنگی بیشتر شود و با بهره‌گیری از شاخص‌های عملکردی همچون سود مورد انتظار، تأمین‌کننده و خریدار را به انتخاب بهترین قرارداد تشویق می‌کند.

۱.۶. کاربردهای مدیریتی

در حالی که مدیران سازمان درک کرده‌اند، عملکرد شرکت شدیداً به هماهنگی و مشارکت اعضای زنجیره تأمین وابسته است و استفاده از سازوکارهای هماهنگ‌کننده‌ی همچون قرارداد تخفیف فروش یا تخفیف کالای برگشتی در سازمان ضروری است ولی به دلیل مشکلات پیاده‌سازی این سازوکارها، مدیران غالباً مجبور به استفاده از قراردادهای ساده‌تری همچون تخفیف مقدار سفارش یا قراردادهای قیمت ثابت شده‌اند که بر اثر آن پدیده‌ی اثر شلاق‌ی و ناکارآمدی زنجیره تأمین حاصل شده است.

سیستم پشتیبان تصمیم ارائه شده در این مقاله، VMI و قراردادهای با هم ترکیب می‌کند تا پیاده‌سازی این نوع قراردادها در سازمان امکان‌پذیر شود. شرکت با استفاده از این سیستم قادر خواهد بود علاوه بر دریافت اطلاعات دقیق و صحیح از مقدار واقعی فروش، موجودی انبار و تقاضای مشتریان به مدیران قراردادهای، بازگانی، تأمین تجهیزات و فروش سازمان در مراحل مختلف قرارداد به شرح زیر کمک کند:

الف) پیش از عقد قرارداد

-- در این مرحله سیستم پیشنهادی به مدیران سازمان کمک می‌کند که چه نوع قراردادی برای همکاری انتخاب شود. سیستم براساس بهبودهایی که ما در هر یک از شاخص‌های عملکردی -- نظیر درآمد حاصل از فروش، کاهش فروش از دست رفته و... -- انتظار داریم به این تصمیم‌گیری کمک می‌کند تا سودآورترین نوع قرارداد انتخاب شود.

-- سیستم به فرموله‌کردن پارامترهای قراردادی -- نظیر قیمت فروش کالا، مبلغ

جدول ۴. تغییرات ایجاد شده در شاخص‌های عملکردی خرده‌فروش در مقایسه با حالت عدم هماهنگی.

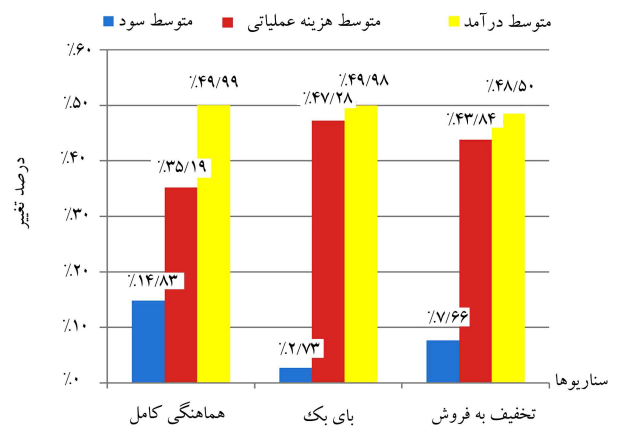
خرده‌فروش	هماهنگی کامل (%)	بای‌بک (%)	تخفیف فروش (%)
متوسط سود	-۱۸٫۹۱	۸٫۱۶	۲٫۲۰
متوسط هزینه نگهداری	۵٫۱۹	۳٫۰۹	۳٫۴۵
متوسط درآمد	۱۱۳٫۷۱	۸۸٫۷۵	۹۴٫۳۵



شکل ۹. تغییرات شاخص‌های عملکردی خرده‌فروش.

جدول ۵. تغییرات ایجاد شده در شاخص‌های عملکردی تأمین‌کننده در مقایسه با حالت عدم هماهنگی.

تأمین‌کننده	هماهنگی کامل (%)	بای‌بک (%)	تخفیف فروش (%)
متوسط سود	۱۴٫۸۳	۲٫۷۳	۷٫۶۶
متوسط هزینه عملیاتی	۳۵٫۱۹	۴۷٫۲۸	۴۳٫۸۴
متوسط درآمد	۴۹٫۹۹	۴۹٫۹۸	۴۸٫۵۰



شکل ۱۰. تغییرات شاخص‌های عملکردی خرده‌فروش.

تخفیف کالای فروخته شده، تخفیف کالای فروخته نشده -- براساس نوع قرارداد انتخاب شده و با در نظر گرفتن شرایط برد - برد، کمک می‌کند.

-- این ابزار با ایجاد سناریوهای مختلف به تمام اعضای زنجیره‌ی تأمین برای دست‌یابی به شرایط برد - برد، پیش از شروع فعالیت‌های واقعی زنجیره‌ی تأمین، کمک می‌کند. این سناریوها براساس تقاضاهای مختلف تولید و مقایسه می‌شوند، و با فراهم کردن فرصت تصمیم‌گیری‌های مشترک برای اعضای زنجیره‌ی تأمین، از بروز اختلافاتی که ممکن است در آینده به وجود آید، جلوگیری می‌کند.

-- این سیستم به مدیران در بازنگری پارامترهای هزینه، سطح سرویس و قیمت -- وقتی نتوان برای متغیرهای تصمیم قراردادی مقادیری تعیین کرد که هر دو

عضو زنجیره‌ی تأمین از آن سود ببرند -- کمک می‌کند.

ب) در طول قرارداد

-- اعضای زنجیره‌ی تأمین را در دنبال کردن روابط و شرایط قراردادی راهنمایی می‌کند.

ج) بعد از عقد قرارداد

-- این سیستم به بازنگری شرایط و پارامترهای قراردادی -- همچون هزینه‌های نگهداری، قیمت تأمین‌کننده و... -- براساس داده‌های واقعی تقاضا کمک می‌کند.

-- این سیستم با ایجاد شرایط برد - برد برای هر دو عضو زنجیره‌ی تأمین، منجر به ایجاد روابط مستحکم و بلندمدت، و بهبود عملکرد آنها می‌شود.

پانویسها

1. vendor managed inventory
2. quick response
3. seller rebate
4. return policy
5. market risk
6. replenishment
7. Collaborative planning Forecasting and Replenishment
8. notation
9. two-echelon
10. elastic to prices
11. multiplicative function
12. Customer Service Level
13. what if
14. cause and effect
15. excel spread sheet

منابع (References)

1. Vonderembse, M.A, Uppal, M., Huang, S. and Dismukes, J. "Designing supply chain: Toward theory development", *Int. J. Production Economics*, **100**(2), pp. 223-238 (2006).
2. Arshinder Kanda, A. and Deshmukh, S.G. "Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research direction", *Int. J. Production Economics*, **115**, pp. 316-335 (2008).
3. Fugate, B., Sahin, F. and Mentzer, J.T. "Supply chain management coordination mechanisms", Working paper,

The University of Tennessee, TN, USA (2006).

4. Cachon, G.P. "Supply chain coordination with contract", *Handbook in Operations Research and Management Science*, **11**, pp.227-339 (2003).
5. Tayur, S.R., Ganeshan, R. and Magazine, M.J. "Modeling supply chain contracts: A review", *Quantitative Models for 2222 Supply Chain Management*, A.A. Tsay, S. Nahmias, N. Agrawal, Springer US, pp. 299-336 (1999).
6. Ding, D. and Chen, J. "Coordinating three level supply chain with flexible return policies", *Int. J. Omega*, **36**(5), pp. 856-876 (2008).
7. Arshinder Kanada, A. and Deshmukh, S.A. "Coordination theoretic model for three level supply chains using contracts", *Indian Academy of Sciences J. Sadhana*, **34**(5), pp. 767-798 (2009).
8. Xiong, H., Chen, B. and Xie, J. "A composite contract based on buy back and quantity flexibility contracts", *European Journal of Operational Research*, **210**(3), pp. 559-567 (2010).
9. Ruoxi, G. and Xiaobo, Z. "On contract for VMI program with continuous review (r,Q) policy", *European Journal of Operational Research*, **207**(2), pp. 656-667 (2010).
10. Haul, L. "Creating value through supply chain integration", *Journal of Supply Chain Management Review*, **4**, pp. 30-36 (2000).
11. Sahin, F. and Robinson, P. "Flow coordination and information sharing in supply chains: Review, implications and directions for future research", *J. Decision Science*, **33**(4), pp. 505-536 (2002).

12. Sari, K. "On the benefits of CPFR and VMI: A comparative simulation study", *International Journal of Production Economics*, **113**(2), pp. 575-586 (2008).
13. Razmi, J., Hosseini Rad, R. and Sangari, M.S. "Developing a two-echelon mathematical model for a vendor managed inventory (VMI) system", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, **48**, pp. 773-783 (2010).
14. Taylor, T.A. "Supply chain coordination under rebates with sales effort effects", *Journal of Management Science*, **48**(8), pp. 992-1007 (2002).
15. Larriere, M.A. and Porteus, E.L. "Selling to the newsvendor: An analysis of price – only contracts", *Journal of Manufacturing and Service Operations Management*, **3**(4), pp. 293-305 (2001).
16. Pasternack, B.A. "Optimal pricing and return policies for perishable commodities", *Journal of Marketing Science*, **4**(2), pp. 166-176 (1985).
17. Emmons, H. and Gilbert, S.M. "Return policies in pricing and inventory decision for catalogue goods", *Journal of Management Science*, **44** (2), pp. 276-283 (1998).
18. Cachon, G.P. and Lariviere, M.A. "Supply chain coordination revenue-sharing contracts: Strengths and limitations", *Journal of Management Science*, **51**(1), pp. 30-44 (2005).
19. Giannoccaro, I., Pontrandolfo, P. "Supply chain coordination by revenue sharing contracts", *Int. J. Production Economics*, **89**(2), pp. 131-139 (2004).