

طراحی قراردادهای عمده‌فروشی و تسهیم سود در زنجیره‌ی تأمین دوسطحی

ایمان نصوحی* (دانشجوی دکتری)

علی شاهنده نوله‌آبادی (استاد)

قاسم مصلحی (استاد)

دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان

مهندسی صنایع و مدیریت شریف، تابستان ۱۳۹۶ (۱۳-۱)
دوری (۱۳-۱)، شماره ۱/۲، ص. ۱۳-۲۳

در این تحقیق یک زنجیره‌ی تأمین دوسطحی، شامل یک تولیدکننده به عنوان طراح قرارداد و یک خرده‌فروش به عنوان طرف قرارداد در نظر گرفته شده است. خرده‌فروش در محیط مدل روزنامه‌فروش اقدام به سفارش‌دهی به تولیدکننده می‌کند. تصمیمات بهینه‌ی قیمت‌گذاری توسط تولیدکننده و سفارش‌دهی توسط خرده‌فروش، طبق دو قرارداد عمده‌فروشی و قرارداد هماهنگ‌کننده تسهیم سود، بررسی شده‌اند. با توجه به اهمیت قرارداد عمده‌فروشی از جنبه‌های عملی، رابطه‌ی مشخصی برای قیمت عمده‌فروشی، در شرایط تقاضا با توزیع نرخ خرابی عمومی افزایشی ارائه شده است. همچنین، نحوه‌ی چانه‌زنی طرفین قرارداد برای تصاحب سود حاصل از هماهنگ‌سازی سیستم طبق قرارداد تسهیم سود، بررسی و مقادیر تعادلی پارامترهای این قرارداد به صورت تحلیلی محاسبه شده است. طبق نتایج حاصل از بررسی‌های عددی، اگر تغییرات در یک سیستم در راستای بهبود شرایط، یعنی افزایش قیمت یا کاهش هزینه‌ها، باشد استفاده از یک قرارداد هماهنگ‌کننده مانند تسهیم سود نسبت به قرارداد عمده‌فروشی، ارزشمندتر و سودآورتر خواهد بود.

واژگان کلیدی: هماهنگ‌سازی زنجیره‌ی تأمین، قرارداد عمده‌فروشی، قرارداد

تسهیم سود، مدل چانه‌زنی، تعادل نش.

i.nosoohi@in.iut.ac.ir

ali-nook@cc.iut.ac.ir

moslehi@cc.iut.ac.ir

۱. مقدمه

به‌طور مستقل و حریصانه به دنبال بهینه‌سازی تصمیمات مربوط به خود خواهند بود.

سازوکار هماهنگ‌سازی برای یک سیستم زنجیره‌ی تأمین با ساختار تصمیم‌گیری متمرکز، یک برنامه‌ی عملیاتی خواهد بود که تصمیمات و فعالیت‌های همه‌ی قسمت‌های زنجیره‌ی تأمین را به‌منظور بهینه‌سازی عملکرد کل سیستم زنجیره‌ی تأمین هماهنگ می‌کند. مسائل هماهنگ‌سازی در زنجیره‌ی تأمین متمرکز، عمدتاً شامل مسائل مطرح در سیاست‌های مختلف مدیریت موجودی، مانند سیستم‌های موجودی چندسطحی، مسائل موجودی ترکیبی، سیستم‌های توزیع‌موجودی، هماهنگ‌سازی سفارشات، سیکل تولید، دوره‌های مرور موجودی و ... هستند.^[۴] در زنجیره‌ی تأمین با ساختار تصمیم‌گیری غیرمتمرکز، سازوکار هماهنگ‌سازی علاوه بر برنامه‌ی عملیاتی، نیازمند برنامه‌های تشویقی مناسب، برای توزیع سود حاصل از هماهنگ‌سازی بین اعضای زنجیره نیز خواهد بود.^[۵] با اجرای این مکانیسم‌ها در مجموع، سود کل سیستم زنجیره‌ی تأمین بهینه می‌شود.

در ادبیات موضوع، مانند مراجع^[۶-۴] سازوکارهای طراحی قرارداد،^۳ مانند تسهیم سود،^۴ تخفیف،^۵ سیاست بازگشتی،^۶ نسبه^۷ و اختیار خرید^۸ برای هماهنگ‌سازی زنجیره‌ی تأمین با ساختار غیرمتمرکز معرفی شده‌اند. قراردادهای بطور رسمی، ارتباطات

مدیریت زنجیره‌ی تأمین^۱ فلسفه‌ی است که برای مدیریت جریان‌های مواد، مالی و اطلاعات در طول زنجیره شامل تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، مونتاژکنندگان، توزیع‌کنندگان و مصرف‌کنندگان نهایی بکار می‌رود. یکی از مسائل حائز اهمیت در مدیریت زنجیره‌ی تأمین، هماهنگ‌سازی^۲ تصمیمات، به معنی به‌کارگیری سازوکارهایی برای بهینه‌سازی عملکرد کل سیستم زنجیره‌ی تأمین است.^[۱] رایج‌ترین تعریف از هماهنگ‌سازی در سال ۱۹۹۴، به صورت «انجام فعالیت‌ها بطور مشارکتی و مدیریت وابستگی‌های بین اعضای مختلف زنجیره‌ی تأمین» ارائه شده است.^[۲] برنامه‌های هماهنگ‌سازی بسته به ساختار تصمیم‌گیری در زنجیره‌ی تأمین متفاوت‌اند. با توجه به نحوه‌ی تصمیم‌گیری در زنجیره‌های تأمین، می‌توان دو نوع ساختار تصمیم‌گیری را در نظر گرفت:^[۳] ساختار تصمیم‌گیری متمرکز: در این ساختار، تصمیمات به منظور بهینه‌سازی عملکرد کل زنجیره‌ی تأمین توسط یک تصمیم‌گیرنده‌ی واحد اتخاذ می‌شود. این تصمیم‌گیرنده به همه‌ی اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری در سیستم زنجیره‌ی تأمین دسترسی دارد. ساختار تصمیم‌گیری غیرمتمرکز: در این ساختار، هر یک از اعضای زنجیره‌ی تأمین با توجه به اطلاعات محدود خود،

* نویسنده مسئول

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۷، اصلاحیه ۱۳۹۴/۲/۲۹، پذیرش ۱۳۹۴/۷/۱۸.

بین تصمیم‌گیرندگان زنجیره را قانونمند کرده و با استفاده از سازوکارهای انگیزشی مناسب، ریسک و سود ناشی از عدم قطعیت‌ها و هماهنگی زنجیره‌ی تأمین را بین طرفین قرارداد تقسیم می‌کنند.^[5] در واقع قراردادهای زنجیره‌ی تأمین مجموعه‌ی عبارات‌ها هستند که سازوکارهای انگیزشی و اطلاعاتی مناسب را برای تضمین هماهنگ‌سازی اجزای زنجیره‌ی تأمین و بهبود عملکرد کل زنجیره‌ی تأمین ارائه می‌دهند. طراح قرارداد^۹ یکی از طرفین قرارداد است که حق تصمیم‌گیری راجع به پارامترهای اصلی قرارداد را دارد و طرف دیگر قرارداد بایستی در چارچوب آن تصمیمات، اقدام به تصمیم‌گیری کند.^[6]

ساده‌ترین نوع قرارداد، قرارداد «قیمت تنها»^{۱۰} یا «قیمت عمده‌فروشی»^{۱۱} است که طبق آن طراح قرارداد، قیمت عمده‌فروشی را به طرف قرارداد پیشنهاد داده و طرف قرارداد، نیز راجع به میزان سفارش خود تصمیم‌گیری می‌کند. این نوع قرارداد هم برای محصولات معمولی و هم محصولات از نوع روزنامه‌فروش، منجر به عملکرد غیرهماهنگ در زنجیره‌ی تأمین می‌شود، چرا که هر یک از طرفین قرارداد به‌طور مستقل به بهینه‌سازی تصمیمات خود می‌پردازند و این موضوع منجر به وقوع پدیده‌ی بهینه‌سازی تکراری^{۱۲} می‌شود.^[۷] از این رو سازوکارهای قرارداد مختلف، برای هماهنگ‌سازی زنجیره‌ی تأمین ارائه شده‌اند.

یکی از قراردادهای رایج برای هماهنگ‌سازی زنجیره‌ی تأمین، قرارداد تسهیم سود است. یک تولیدکننده به‌عنوان طراح قرارداد و یک خرده‌فروش را به‌عنوان طرف قرارداد تسهیم سود در نظر بگیرد. طبق این قرارداد، تولیدکننده محصول تولیدی را با قیمتی کمتر از هزینه‌ی تولید به فروش می‌رساند، ولی در عوض، درصدی از سود فروش خرده‌فروش را دریافت خواهد کرد. معمولاً پارامترهای این قرارداد به صورت (w, Φ) هستند.^[۸] w قیمت عمده‌فروشی محصول توسط تولیدکننده است. همچنین، تولیدکننده $(1 - \Phi)$ درصد از سود کل خرده‌فروش، حاصل از فروش محصول به مشتری نهایی، را دریافت خواهد کرد. از جمله فواید این نوع قرارداد برای خریدار یا طرف قرارداد، می‌توان به کاهش قیمت خرید در ابتدای دوره برنامه‌ریزی، افزایش امکان دسترسی به محصول و افزایش سود اشاره کرد. همچنین این نوع قرارداد، فوایدی برای فروشنده یا طراح قرارداد، مانند افزایش سود و دریافت سفارش بیشتر از جانب خریدار را خواهد داشت.^[۸]

یکی از مشکلات و موانع اجرایی برای استفاده از قراردادهای هماهنگ‌سازی مانند قرارداد تسهیم سود، ضرورت وجود یک چارچوب و رویه‌ی مشخص به‌منظور چانه‌زنی^{۱۳} بر سر تصاحب سود حاصل از هماهنگ‌سازی سیستم و نحوه‌ی دست‌یابی به شرایط برنده-برنده توسط طرفین قرارداد است. در این راستا پاسخ به سؤالاتی، مانند سؤالات زیر، به مرتفع‌سازی موانع اجرایی برای استفاده از قرارداد تسهیم سود کمک می‌کند.

۱. اگر سود یک سیستم با استفاده از قرارداد تسهیم سود، به‌عنوان یک قرارداد هماهنگ‌کننده بهبود یابد، چگونه باید طرفین قرارداد، اضافه سود ایجاد شده در سیستم را بین یکدیگر تقسیم کنند؟

۲. اگر هر یک از طرفین قرارداد، قدرت چانه‌زنی مشخصی برای تصاحب سود سیستم داشته باشند، در نهایت پس از چانه‌زنی‌های مکرر، مقدار نهایی پارامترهای قرارداد هماهنگ‌کننده تسهیم سود چه خواهد بود؟

۳. اگر به دلیل مشکلات اجرایی مختلف، مانند عدم اطلاع از میزان فروش طرف قرارداد، امکان استفاده از قرارداد تسهیم سود فراهم نباشد و طراح قرارداد تصمیم به استفاده از قرارداد رایج عمده‌فروشی به جای قرارداد تسهیم سود بگیرد در این

صورت، تحت چه شرایطی ارجحیت قرارداد تسهیم سود بر قرارداد عمده‌فروشی کاهش یا افزایش می‌یابد؟

تحقیقات متعددی در مسائل مختلف از قرارداد تسهیم سود استفاده کرده‌اند.^[۹-۱۱] اما تمرکز اصلی این تحقیقات بر نشان دادن توانایی قرارداد تسهیم سود در بهینه‌سازی سود سیستم در مسائل مختلف بوده است. در هیچ یک از این تحقیقات، به‌طور مشخص نحوه‌ی بهبود سود طرفین قرارداد تسهیم سود و چانه‌زنی بر سر تصاحب سود سیستم بررسی نشده است. همچنین، در ادبیات موضوع همواره از قرارداد عمده‌فروشی به‌عنوان یک قرارداد ساده که توانایی هماهنگ‌سازی سیستم را ندارد، یاد شده است.^[۹،۱۰،۱۱] این در حالی است که قرارداد عمده‌فروشی از جنبه‌های اجرایی و پیاده‌سازی، نسبت به قراردادهای هماهنگ‌سازی، ارجحیت دارد. در مواردی که به دلایل مختلف، پیاده‌سازی قراردادهای هماهنگ‌سازی مشکل یا غیرعملی باشد، استفاده از قرارداد عمده‌فروشی، به‌عنوان ساده‌ترین قراردادها، راهکار مناسبی خواهد بود.^[۶] از این حیث بررسی تحلیلی قرارداد عمده‌فروشی حائز اهمیت و نیازمند توجه است.

در این تحقیق به‌منظور مرتفع کردن خلاءهای مشاهده شده در ادبیات موضوع و بررسی سؤالات مذکور، ابتدا یک رابطه‌ی تحلیلی مشخص برای تعیین قیمت عمده‌فروشی، یعنی تنها پارامتر قرارداد عمده‌فروشی، در شرایطی خاص اما کاربردی، توسعه داده می‌شود. سپس، در راستای پاسخ به سؤالات یک و دو، به موضوع چانه‌زنی بر سر سود سیستم طبق قرارداد تسهیم سود، پرداخته می‌شود. در انتها در راستای پاسخ به سؤال ۳، در قسمت بررسی‌های عددی عملکرد قراردادهای تسهیم سود و عمده‌فروشی به‌ازای پارامترهای مختلف مدل بررسی و مقایسه می‌شود. در ادامه‌ی این مقاله، در بخش ۲ به معرفی علائم و فرضیات مورد استفاده در مدل‌سازی‌ها پرداخته می‌شود. در بخش ۳ تصمیمات بهینه‌ی تولیدکننده و خرده‌فروش، طبق قرارداد عمده‌فروشی، بررسی می‌شود. سپس با بررسی تصمیمات بهینه‌ی سیستم متمرکز در بخش ۴، نحوه‌ی طراحی قرارداد تسهیم سود هماهنگ‌سازی، توسط تولیدکننده، در بخش ۵ بررسی می‌شود. در بخش ۵ نیز نحوه‌ی چانه‌زنی تولیدکننده و خرده‌فروش، برای تصاحب سود حاصل از هماهنگ‌سازی سیستم مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. در بخش ۶ بررسی‌های عددی انجام و نهایتاً در بخش ۷ نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

۲. معرفی علائم و فرضیات مورد استفاده

مجموعه علائم مورد استفاده در این تحقیق عبارت‌اند از:

m : اندیس مربوط به تولیدکننده؛

r : اندیس مربوط به خرده‌فروش؛

PC : اندیس مربوط به قرارداد عمده‌فروشی؛

RS : اندیس مربوط به قرارداد تسهیم سود؛

c_m : هزینه‌ی تولید هر واحد محصول توسط تولیدکننده؛

c_r : هزینه‌ی تولید (پردازش) هر واحد محصول توسط خرده‌فروش؛

w : قیمت عمده‌فروشی هر واحد محصول تولیدکننده به خرده‌فروش؛

p : قیمت فروش هر واحد محصول نهایی توسط خرده‌فروش به مشتری؛

q : میزان سفارش خرده‌فروش به تولیدکننده؛

$S(q)$: متوسط فروش زمانی که سفارش خرده‌فروش برابر q باشد؛

X : متغیر تصادفی تقاضای مشتری؛

۱.۳. تجزیه و تحلیل تصمیم خرده فروش، طبق قرارداد عمده فروشی متوسط فروش خرده فروش زمانی که سفارش او برابر q باشد یعنی $S(q)$ ، برابر است با:

$$S(q) = \int_0^q x f(x) dx + \int_q^\infty q f(x) dx = \int_0^q x f(x) dx - \int_0^q q f(x) dx + \underbrace{\int_q^\infty q f(x) dx + \int_q^\infty q f(x) dx}_q = q - \int_0^q (q-x) f(x) dx \quad (1)$$

با انتگرال گیری جزء به جزء از رابطه ۱ می توان نشان داد:

$$S(q) = q - \int_0^q F(x) dx \quad (2)$$

بنابراین، تابع هدف خرده فروش به صورت زیر خواهد بود:

$$\Pi_r^{PC} = pS(q) - q(w + c_r) \quad (3)$$

در این تابع، قیمت فروش در متوسط فروش ضرب شده است. مجموع هزینه های خرید و پردازش خرده فروش نیز در مقدار سفارش ضرب شده است. خرده فروش به دنبال تعیین مقدار سفارش به منظور بیشینه سازی تابع هدف خود است. با بررسی تفرع تابع هدف نسبت به مقدار سفارش خرده فروش داریم:

$$\frac{\partial \Pi_r^{PC}}{\partial q} = p[1 - F(q)] - (w + c_r) \Rightarrow \frac{\partial \Pi_r^{PC}}{\partial q^2} = -pf(q) < 0 \quad (4)$$

بنابراین با استفاده از شرایط مشتق اول^{۱۵} مقدار بهینه ی غیر صفر سفارش خرده فروش به صورت زیر به دست می آید:

$$q_r^{PC}(w) = F^{-1}\left[\frac{p-w-c_r}{p}\right] \quad (5)$$

همان طور که مشاهده می شود، این مقدار تابعی از قیمت عمده فروشی تولیدکننده است.

۲.۳. تجزیه و تحلیل تصمیم تولیدکننده طبق قرارداد عمده فروشی تولیدکننده قیمت عمده فروشی را با انگیزه ی بیشینه سازی متوسط سود خود یعنی Π_m^{PC} ، به صورت زیر تعیین می کند:

$$\text{Max}_{c_m < w < p - c_r} \Pi_m^{PC} = (w - c_m) q_r^{PC}(w) \quad (6)$$

در رابطه ی ۶ تفاوت قیمت عمده فروشی و هزینه ی تولیدکننده در مقدار سفارش ضرب شده است. با بررسی مشتقات اول و دوم این تابع داریم:

$$\frac{\partial \Pi_m^{PC}}{\partial w} q_r^{PC}(w) + (w - c_m) \frac{\partial q_r^{PC}(w)}{\partial w} \quad (7)$$

$f_x(x)$: تابع چگالی احتمال متغیر تصادفی تقاضای؛
 $F_x(x)$: تابع توزیع تجمعی، مشتق پذیر و F^{-1} معکوس تابع توزیع؛
 $q_r^{PC}(w)$: مقدار سفارش خرده فروش طبق قرارداد عمده فروشی (وابسته به قیمت عمده فروشی)؛

Π_r^{PC} : متوسط سود خرده فروش در قرارداد عمده فروشی؛

Π_m^{PC} : متوسط سود تولیدکننده در قرارداد عمده فروشی؛

q^{SC} : مقدار بهینه سفارش در سیستم متمرکز یا هماهنگ شده؛

$\Pi^{SC}(q)$: متوسط سود سیستم متمرکز به ازای سفارش q ؛

(w, Φ) : پارامترهای قرارداد تسهیم سود؛

q^* : سفارش بهینه خرده فروش طبق قرارداد تسهیم سود/بازخرید؛

Π_r^{RS} : متوسط سود خرده فروش در قرارداد تسهیم سود؛

Π_m^{RS} : متوسط سود تولیدکننده در قرارداد تسهیم سود؛

RP_r : حداقل سود مورد نظر (سود رزرو شده) خرده فروش؛

RP_m : حداقل سود مورد نظر (سود رزرو شده) تولیدکننده؛

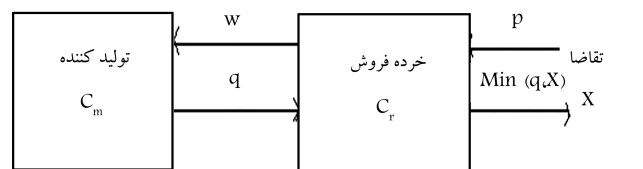
k_r : قدرت چانه زنی خرده فروش؛

k_m : قدرت چانه زنی تولیدکننده.

یک زنجیره ی تأمین دوسطحی شامل یک تولیدکننده و یک خرده فروش را در نظر بگیرید. فرض کنید تولیدکننده طراح قرارداد است. همچنین خرده فروش ضمن فعالیت در یک محیط تولیدی از نوع روزنامه فروش،^{۱۴} مواد مورد نیاز خود را از تولیدکننده تأمین می کند. یادآوری می شود در مدل روزنامه فروش، یک دوره برنامه ریزی با تقاضای معلوم و تصادفی و امکان یک بار سفارش دهی پیش از شروع فصل فروش وجود دارد.^[۶] فرض کنید خرده فروش پیش از شروع فصل فروش همه ی مواد سفارش داده شده به تولیدکننده را به میزان q ، پردازش و آماده ی ارائه به مشتری می کند. هزینه ی تولید هر واحد محصول برای تولیدکننده c_m و برای خرده فروش c_r است. این هزینه ها می توانند در برگرفته ی هزینه های پردازش، موتاز، بسته بندی، حمل و نقل و ... باشند. قیمت فروش محصولات تولیدکننده برای خرده فروش $w > c_m$ و قیمت فروش هر واحد محصول خرده فروش برای مشتریان $p > w + c_r$ است. در چنین شرایطی تصمیمات قیمت گذاری توسط تولیدکننده و سفارش دهی توسط خرده فروش، طبق دو قرارداد عمده فروشی و تسهیم سود، بررسی می شود.

۳. تجزیه و تحلیل تصمیمات، طبق قرارداد عمده فروشی

طبق قرارداد عمده فروشی بین تولیدکننده و خرده فروش، خرده فروش پس از دریافت قیمت عمده فروشی از جانب تولیدکننده (w) در رابطه با مقدار سفارش تصمیم گیری می کند. در شکل ۱ به طور خلاصه ارتباطات زنجیره طبق این قرارداد نمایش داده شده است.



شکل ۱. نمایش ارتباطات بین اعضای زنجیره، طبق قرارداد عمده فروشی.

با توجه به رابطه‌ی (۵) داریم:

$$\frac{\partial q_r^{PC}(w)}{\partial w} = \frac{-1}{pf(q_r^{PC}(w))} \quad (۸)$$

بنابراین داریم:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_m^{PC}}{\partial w} &= q_r^{PC}(w) - (w - c_m) \frac{1}{pf(q_r^{PC}(w))} \\ &\Rightarrow \frac{\partial^2 \Pi_m^{PC}}{\partial w^2} = \frac{-1}{pf(q_r^{PC}(w))} - \frac{1}{pf(q_r^{PC}(w))} \\ &\quad - (w - c_m) \frac{p \cdot \left[\frac{\partial f(q_r^{PC}(w))}{\partial q_r^{PC}(w)} \right] \cdot \left[\frac{1}{pf(q_r^{PC}(w))} \right]}{\left[pf(q_r^{PC}(w)) \right]^2} \\ &= \frac{-2}{pf(q_r^{PC}(w))} - \frac{(w - c_m)}{\left[pf(q_r^{PC}(w)) \right]^2} \\ &\quad \cdot \left[\frac{\partial f(q_r^{PC}(w))}{\partial q_r^{PC}(w)} \right] \cdot \left[\frac{1}{f(q_r^{PC}(w))} \right] \\ &= \frac{-2pf(q_r^{PC}(w)) - (w - c_m) \left[\frac{\partial f(q_r^{PC}(w))}{\partial q_r^{PC}(w)} \right] \cdot \left[\frac{1}{f(q_r^{PC}(w))} \right]}{\left[pf(q_r^{PC}(w)) \right]^2} \end{aligned} \quad (۹)$$

ملاحظه می‌شود که مقدار مشتق دوم متوسط سود تولیدکننده نسبت به قیمت عمده‌فروشی، بسته به علامت $\frac{\partial f(q_r^{PC}(w))}{\partial q_r^{PC}(w)}$ ، ممکن است مثبت یا منفی باشد. از این رو، در حالت کلی باید با استفاده از روش‌های عددی، مقدار بهینه‌ی قیمت عمده‌فروشی را در محدوده‌ی $c_m < w < p - c_r$ به دست آورد. در این راستا، باید ابتدا مقادیر مختلف برای w تولید شده و سپس با ارزیابی تابع هدف یعنی رابطه‌ی (۶)، مقدار بهینه‌ی w را با دقت مورد نظر به دست آورد. به علاوه، می‌توان در حالتی خاص مقدار بهینه‌ی قیمت عمده‌فروشی را به صورت تحلیلی محاسبه نمود.

۱.۲.۳. حالت خاص: توزیع تقاضا از نوع نرخ خرابی عمومی افزایشی^{۱۶}

در عمل، توزیع‌های تصادفی متعدد مانند توزیع‌های یکنواخت، نرمال، گاما^{۱۷} و وایبول^{۱۸} از نوع نرخ خرابی عمومی افزایشی‌اند.^[۱۹] این ویژگی که به لحاظ تحلیلی حائز اهمیت است، در اثبات قضیه‌ی ۱ به‌طور شفاف معرفی و مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به رابطه‌ی ۵ همواره تناظر یک به یک بین w و $q_r^{PC}(w)$ مشاهده می‌شود:

$$w = p[\lambda - F(q_r^{PC}(w))] - c_r \quad (۱۰)$$

تولیدکننده می‌تواند مقدار سفارش خرده‌فروش را به ازای هر مقدار قیمت عمده‌فروشی پیش‌بینی کند. بنابراین می‌توان تابع هدف تولیدکننده را برحسب مقدار سفارش خرده‌فروش به صورت زیر بازنویسی نمود:

$$\text{Max}_{q_r^{PC}} \Pi_m^{PC} = (p[\lambda - F(q_r^{PC})] - c_r - c_m) q_r^{PC} \quad (۱۱)$$

قضیه‌ی ۱: تحت فرض تقاضا با نوع توزیع نرخ خرابی عمومی افزایشی، مقدار بهینه‌ی قیمت عمده‌فروشی به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$w^* = p[\lambda - F(q_r^{*PC})] - c_r \quad (۱۲)$$

q_r^{*PC} در رابطه‌ی زیر صدق می‌کند:

$$\frac{\partial \Pi_m^{PC}}{\partial q_r^{PC}} = p[\lambda - F(q_r^{*PC})] - c_r - c_m - p q_r^{*PC} f(q_r^{*PC}) = 0 \quad (۱۳)$$

اثبات: با بررسی مشتقات اول و دوم تابع هدف تولیدکننده نسبت به سفارش خرده‌فروش، داریم:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_m^{PC}}{\partial q_r^{PC}} &= p(\lambda - F(q_r^{PC})) - c_r - c_m - p q_r^{PC} f(q_r^{PC}) \\ &= (\lambda - F(q_r^{PC})) \underbrace{[p - p \frac{q_r^{PC} f(q_r^{PC})}{\lambda - F(q_r^{PC})}]}_{GFR} - c_r - c_m \end{aligned} \quad (۱۴)$$

$$\frac{\partial^2 \Pi_m^{PC}}{\partial (q_r^{PC})^2} = -f(q_r^{PC})(p - p \cdot \underbrace{GFR}_{< 1}) - p \cdot \underbrace{\frac{\partial GFR}{\partial q_r^{PC}}}_{> 0} (\lambda - F(q_r^{PC})) \quad (۱۵)$$

در روابط فوق عبارت مشخص شده به‌عنوان GFR نشانگر نرخ خرابی عمومی است. با توجه به مشتق دوم، زمانی که $GFR < 1$ ، $\frac{\partial GFR}{\partial q_r^{PC}} > 0$ باشند، مشتق دوم منفی و تابع هدف مقعر خواهد بود. این شرایط مورد نیاز برای نشان دادن تقعر تابع هدف یعنی $GFR < 1$ ، $\frac{\partial GFR}{\partial q_r^{PC}} > 0$ ، معادل همان شرط تقاضا با نوع توزیع نرخ خرابی عمومی افزایشی‌اند.^[۲۰] به عبارتی توزیعی که چنین شرایطی را داشته باشد، توزیع از نوع نرخ خرابی عمومی افزایشی است.^[۲۱] بنابراین، تحت فرض تقاضا با نوع توزیع نرخ خرابی عمومی افزایشی، تابع هدف تولیدکننده نسبت به مقدار سفارش خرده‌فروش مقعر است. در این شرایط، مقدار بهینه‌ی سفارش از دید تولیدکننده با برابر صفر قرار دادن مشتق اول تابع هدف، یعنی:

$$\frac{\partial \Pi_m^{PC}}{\partial q_r^{PC}} = p(\lambda - F(q_r^{PC})) - c_r - c_m - p q_r^{PC} f(q_r^{PC}) = 0 \quad (۱۶)$$

به دست می‌آید. با داشتن مقدار بهینه‌ی سفارش، از دید تولیدکننده، می‌توان مقدار بهینه‌ی قیمت عمده‌فروشی متناظر با آن را با توجه به رابطه‌ی ۱۰ محاسبه نمود. لازم به ذکر است، مقدار بهینه‌ی قیمت عمده‌فروشی همواره در محدوده‌ی $c_m < w < p - c_r$ خواهد بود، زیرا اگر $c_m \geq w$ شود، سود تولیدکننده منفی می‌شود. همچنین، اگر $w \geq p - c_r$ انتخاب شود، خرده‌فروش تمایلی به سفارش دهی نخواهد داشت و سود طرفین قرارداد صفر می‌شود. بنابراین، اثبات کامل است. یادآوری می‌شود، فرض تقاضا با نوع توزیع نرخ خرابی عمومی افزایشی، در عمل فرض دور از تصویری نیست.

۴. تجزیه و تحلیل سیستم تولیدکننده-خرده‌فروش

اکنون به بررسی متوسط سود در یک سیستم متمرکز می‌پردازیم. متوسط سود سیستم متمرکز به صورت زیر خواهد بود:

$$\Pi^{SC}(q) = pS(q) - q(c_m + c_r) \quad (۱۷)$$

در این رابطه قیمت فروش در متوسط فروش ضرب شده و مجموع هزینه‌ی تولیدکننده و خرده‌فروش نیز در مقدار سفارش ضرب شده است. با بررسی تقعر تابع هدف نسبت به مقدار سفارش خرده‌فروش داریم:

$$\frac{\partial \Pi^{SC}}{\partial q} = p[\lambda - F(q)] - (c_m + c_r) \Rightarrow \frac{\partial^2 \Pi^{SC}}{\partial q^2} = -pf(q) < 0 \quad (۱۸)$$

خرده‌فروش، پس از بررسی تعذر تابع هدف، به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\frac{\partial \Pi_r^{RS}}{\partial q} = \Phi p[1 - F(q)] - (w + c_r) \Rightarrow \frac{\partial \Pi_r^{RS}}{\partial q^*} = -\Phi p f(q) < 0$$

$$\Rightarrow \frac{\partial \Pi_r^{RS}}{\partial q} = 0 \Rightarrow q^* = F^{-1}\left[\frac{\Phi p - w - c_r}{\Phi p}\right] \quad (21)$$

اکنون نحوه‌ی انطباق تصمیم بهینه‌ی خرده‌فروش بر تصمیم بهینه‌ی برای سیستم بررسی می‌شود. برای تبدیل q^* به سفارش بهینه در سیستم متمرکز، یعنی q^{SC} ، باید پارامترهای قرارداد به صورت زیر تنظیم شوند:

$$q^* = q^{SC} \Rightarrow w = \Phi(c_m + c_r) - c_r \quad (22)$$

طبق این قرارداد متوسط سود تولیدکننده برابر است با:

$$\Pi_m^{RS} = (1 - \Phi)pS(q) + q(w - c_m) \quad (23)$$

در این رابطه سهم تولیدکننده از درآمد فروش خرده‌فروش برابر $(1 - \Phi)$ درصد است. می‌توان نشان داد با تغییر پارامتر Φ در یک رنج مشخص هر دو عضو قادرند متوسط سود خود را بهبود دهند. به طور کلی فرض کنید $RP_m, RP_r < \Pi^{SC}$ ($RP_m + RP_r < \Pi^{SC}$) به ترتیب نشانگر حداقل سود مورد نظر یا سود رزرو شده‌ی خرده‌فروش و تولیدکننده برای شرکت در قرارداد تسهیم سود باشند. این مقادیر ممکن است بر اساس هر نوع فرصت سرمایه‌گذاری برای طرفین قرارداد در نظر گرفته شوند. با در نظر گرفتن قدرت چانه‌زنی برای هر عضو می‌توان مقدار تعادلی پارامتر Φ را با حل مسئله‌ی تعادل نش مشخص نمود. در ادامه مدل چانه‌زنی تولیدکننده -خرده‌فروش بررسی می‌شود.

۲.۵. مدل عمومی چانه‌زنی

مدل عمومی چانه‌زنی با فرض m عامل 1^9 تصمیم‌گیرنده را به صورت زیر در نظر بگیرید: [۲۱]

$$\text{Max}_{x_i} Z = (X_1 - d_1)^{k_1} (X_2 - d_2)^{k_2} \dots (X_m - d_m)^{k_m} \quad (24)$$

S.T.

$$X_i \in \Omega_i \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (25)$$

$$X_i \geq d_i \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (26)$$

$$0 \leq k_i \leq 1 \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (27)$$

$$\sum_{i=1}^m k_i = 1 \quad (28)$$

که در آن i : اندیس نشانگر تصمیم‌گیرندگان یا عامل‌ها $1, 2, \dots, m$; X_i : متغیر تصمیم عامل i ام (از جنس سود)، d_i : حداقل سود مورد انتظار عامل i ام برای شرکت در برنامه‌ی چانه‌زنی، k_i : قدرت چانه‌زنی عامل i ام، Ω_i : محدوده‌ی مجله سود عامل i ام.

طبق تابع هدف این مدل، متغیر تصمیم برای هر یک از تصمیم‌گیرندگان، در راستای بهبود سود او با توجه به قدرت چانه‌زنی هر تصمیم‌گیرنده، تعیین می‌شود. طبق محدودیت‌های ۲۵ و ۲۶، سود هر تصمیم‌گیرنده باید یک مقدار موجه و ارضاء‌کننده‌ی حداقل سود او باشد. همچنین مجموع قدرت چانه‌زنی تصمیم‌گیرندگان باید برابر با صددرصد یا یک باشد. با حل این مدل می‌توان سود هر یک از عوامل تصمیم‌گیرنده را در حالت تعادل، پس از چانه‌زنی بر سر تصاحب سود، مشخص کرد. نکته‌ی

بنابراین با استفاده از شرایط مشتق اول مقدار بهینه‌ی سفارش برای سیستم به صورت زیر به دست می‌آید:

$$q^{SC} = F^{-1}\left[\frac{p - c_m - c_r}{p}\right] \quad (19)$$

با توجه به رابطه‌ی ۶، همواره تولیدکننده تمایل به انتخاب قیمت عمده‌فروشی بیشتر از هزینه‌ی تولید خود دارد، یعنی $w > c_m$. به این دلیل، سفارش بهینه‌ی خرده‌فروش در رابطه‌ی ۵ کم‌تر از سفارش بهینه در سیستم متمرکز، یعنی رابطه‌ی ۱۹، خواهد بود. در ادبیات موضوع مانند مراجع [۷،۶] چنین حالتی تحت عنوان «پدیده‌ی بهینه‌سازی تکراری» شناخته می‌شود. در چنین شرایطی، تولیدکننده با بکارگیری یک قرارداد هماهنگ‌کننده مانند تسهیم سود، به جای قرارداد قیمت عمده‌فروشی تنها، می‌تواند خرده‌فروش را ترغیب به سفارش به میزان q^{SC} کند. در نتیجه‌ی این اقدام سود کل سیستم افزایش یافته و هم تولیدکننده و هم خرده‌فروش می‌توانند ضمن بهبود سود خود به شرایط برنده-برنده دست یابند. در ادامه، نحوه‌ی طراحی قرارداد تسهیم سود بررسی می‌شود.

۵. تجزیه و تحلیل تصمیمات، طبق قرارداد تسهیم سود

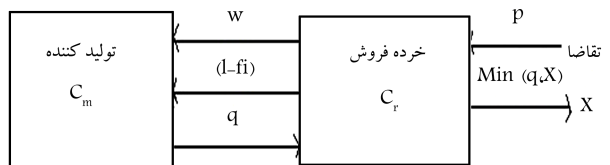
فرض کنید تولیدکننده یک قرارداد تسهیم سود به خرده‌فروش ارائه کند. طبق این قرارداد، تولیدکننده محصول تولیدی را با قیمتی کمتر از هزینه‌ی تولید محصول به فروش می‌رساند، ولی در عوض درصدی از سود فروش خرده‌فروش را دریافت خواهد کرد. معمولاً پارامترهای این قرارداد به صورت (w, Φ) هستند. w قیمت عمده‌فروشی محصول تولیدکننده است. تولیدکننده $(1 - \Phi)$ درصد از سود کل خرده‌فروش حاصل از فروش محصول به مشتری نهایی را دریافت خواهد کرد. در شکل ۲ ارتباطات بین اعضای زنجیره طبق قرارداد تسهیم سود نشان داده شده است. در شکل ۲، عبارت $(1 - fi)$ نشان‌گر $(1 - \Phi)$ است. در این نوع قرارداد، اگر هزینه‌ی تولید هر واحد محصول برای تولیدکننده c_m واحد پول و قیمت عمده‌فروشی او به ازای هر واحد محصول w واحد پول باشند، شرط $w < c_m$ ، هماهنگ‌سازی ارتباطات در زنجیره‌ی تأمین را تضمین می‌کند و پارامتر $1 > \Phi > 0$ ، در واقع نمایانگر نحوه‌ی توزیع سود حاصل از هماهنگ‌سازی بین خرده‌فروش و تولیدکننده است. [۸]

۱.۵. تنظیم پارامترهای قرارداد تسهیم سود

متوسط سود خرده‌فروش طبق قرارداد تسهیم سود با پارامترهای (w, Φ) برابر است با:

$$\Pi_r^{RS} = \Phi pS(q) - q(w + c_r) \quad (20)$$

در این رابطه سهم خرده‌فروش از درآمد فروش برابر Φ درصد است. سفارش بهینه‌ی



شکل ۲. ارتباطات بین اعضای زنجیره، طبق قرارداد تسهیم سود.

به شرایط برد - برد دست می‌یابند برابر است با:

$$\frac{RP_r}{\Pi_{SC}(q^{SC})} \leq \Phi \leq 1 - \frac{RP_m}{\Pi_{SC}(q^{SC})} \quad (37)$$

اثبات: برای حل مسئله‌ی چانه‌زنی، ابتدا باید توجه داشت با جایگزینی رابطه‌ی ۲۲ در روابط ۲۰ و ۲۳ می‌توان نشان داد پارامتر Φ نحوه‌ی تقسیم سود سیستم بین تولیدکننده و خرده‌فروش را تعیین می‌کند:

$$\begin{aligned} \Pi_r^{RS} &= \Phi pS(q) - q(w + c_r) = \Phi pS(q) - q(\Phi(c_m + c_r) - c_r + c_r) \\ &= \Phi \Pi^{SC} \end{aligned} \quad (38)$$

$$\begin{aligned} \Pi_m^{RS} &= (1 - \Phi)pS(q) + q(w - c_m) = (1 - \Phi)pS(q) \\ &+ q \underbrace{(\Phi(c_m + c_r) - c_r - c_m)}_{-(1-\Phi)(c_m+c_r)} = (1 - \Phi)\Phi^{SC} \end{aligned} \quad (39)$$

بنابراین تابع هدف را می‌توان تنها برحسب متغیر Φ بازنویسی کرد:

$$\text{Max}_{\Phi} Z = (\Phi \Pi^{SC} - RP_r)^{k_r} ((1 - \Phi) \Pi^{SC} - RP_m)^{k_m} \quad (40)$$

مشتقات اول و دوم تابع هدف بر حسب ϕ ، طبق رابطه ۴۱ که در پایین صفحه نمایش داده شده‌است.

با توجه به تعریف تابع Z نسبت به Φ می‌توان مقدار بهینه‌ی Φ را با برابر صفر قرار دادن مشتق اول به دست آورد. اما این مقدار بهینه باید در محدودیت‌های (۳۰) و (۳۱) در مدل چانه‌زنی نیز صادق باشد. با جایگزینی Φ_{NBS} در محدودیت‌های (۳۰) و (۳۱) داریم:

$$\begin{aligned} \Pi_r^{RS} &= \Phi_{NBS} \Pi^{SC} = k_r (\Pi^{SC} - RP_m) + k_m RP_r \\ &= k_r (\Pi^{SC} - RP_m) + (1 - k_r) RP_r = RP_r \\ &+ k_r \underbrace{(\Pi^{SC} - RP_m - RP_r)}_{\geq 0} \geq RP_r \Pi_m^{RS} \\ &= (1 - \Phi_{NBS}) \Pi^{SC} = \Pi^{SC} - k_r (\Pi^{SC} - RP_m) - k_m RP_r \\ &= (1 - k_r) \Pi^{SC} + k_r RP_m - k_m RP_r = k_m \Pi^{SC} \\ &+ (1 - k_m) RP_m - k_m RP_r = RP_m \\ &+ k_m \underbrace{(\Pi^{SE} - RP_m - RP_r)}_{> n} \geq RP_m \end{aligned} \quad (42)$$

حائز اهمیت در اینجا این است که اصل موضوع چانه‌زنی، زمانی مطرح می‌شود که هیچ یک از طرفین قرارداد، قدرت کامل و صددرصد برای تصاحب سود حاصل از هماهنگ‌سازی سیستم را نداشته باشند. بدیهی است در غیر این صورت اصلاً نیازی به چانه‌زنی نیست و طراح قرارداد می‌تواند کل سود سیستم را تصاحب کند.

۱.۲.۵. جواب چانه‌زنی نش^۲ در قرارداد تسهیم سود

مدل چانه‌زنی در مسئله‌ی تسهیم سود عبارت خواهد بود از:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{w, \Phi} Z &= (\Phi pS(q) - q(w + c_r) - RP_r)^{k_r} ((1 - \Phi)pS(q) \\ &+ q(w - c_m) - RP_m)^{k_m} \end{aligned} \quad (29)$$

S.T.

$$\Pi_r^{RS} = \Phi pS(q) - q(w + c_r) \geq RP_r \quad (30)$$

$$\Pi_m^{RS} = (1 - \Phi)pS(q) + q(w - c_m) \geq RP_m \quad (31)$$

$$w = \Phi(c_m + c_r) - c_r \quad (32)$$

$$0 < \Phi \leq 1 \quad (33)$$

جواب بهینه‌ی این مدل جواب چانه‌زنی تعادل نش است. در تابع هدف این مدل متوسط سود هر عضو زنجیره به‌عنوان متغیرهای تصمیم در مدل عمومی چانه‌زنی در نظر گرفته شده‌اند. محدودیت‌های ۳۰ و ۳۱ محدودیت‌های تضمین‌کننده‌ی بهبود سود هر یک از اعضاء نسبت به حداقل سود مورد انتظار ایشان است. محدودیت ۳۲ رابطه‌ی هماهنگ‌سازی بین پارامترهای w ، Φ را نشان می‌دهد. در این مدل روابط زیر بین قدرت چانه‌زنی هر یک از اعضاء برقرار است:

$$k_r + k_m = 1, \quad 0 \leq k_i \leq 1 \quad \forall i = 1, m \quad (34)$$

قضیه‌ی ۲ مقدار تعادلی پارامترهای w ، Φ را مشخص می‌کند.

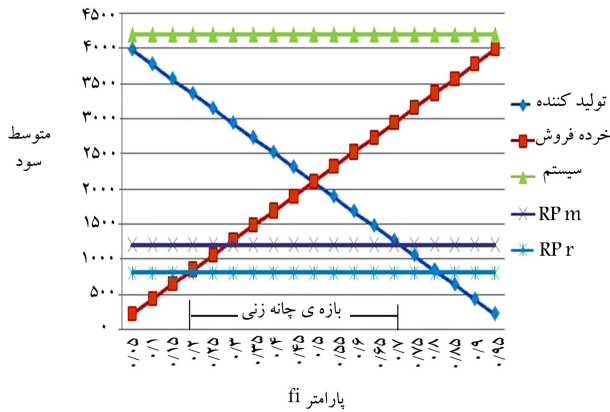
قضیه‌ی ۲: فرض کنید تولیدکننده با قدرت چانه‌زنی k_m یک قرارداد تسهیم سود با پارامترهای (w, Φ) به خرده‌فروش با قدرت چانه‌زنی k_r پیشنهاد دهد. در این صورت مقدار پارامترها در جواب چانه‌زنی تعادل نش برابر است با:

$$\Phi_{NBS} = \frac{k_r(\Pi^{SC} - RP_m) + k_m RP_r}{\Pi^{SC}} \quad (35)$$

$$w_{NBS} = \Phi_{NBS}(c_m + c_r) - c_r \quad (36)$$

همچنین بازه‌ی چانه‌زنی بر سر پارامتر Φ ، که در آن تولیدکننده و خرده‌فروش هر دو

$$\begin{aligned} \frac{\partial Z}{\partial \Phi} &= k_r \cdot (\Phi \Pi^{SC} - RP_r)^{k_r-1} \cdot \Pi^{SC} \cdot [(\Phi \Pi^{SC} - RP_m)^{k_m} \\ &- (\Phi \Pi^{SC} - RP_r)^{k_r} \cdot k_m \cdot [(\Phi \Pi^{SC} - RP_m)^{k_m-1} \cdot \Pi^{SC} \\ \frac{\partial^2 Z}{\partial \Phi^2} &= k_r \cdot (k_r - 1) \cdot (\Phi \Pi^{SC} - RP_r)^{k_r-2} \cdot (\Pi^{SC})^2 \cdot [(\Phi \Pi^{SC} - RP_m)^{k_m} \\ &\underbrace{- k_r \cdot (\Phi \Pi^{SC} - RP_r)^{k_r-1} \cdot (\Pi^{SC})^2 \cdot k_m \cdot [(\Phi \Pi^{SC} - RP_m)^{k_m-1}]}_{< 0} \\ &\underbrace{+ k_m \cdot (k_m - 1) \cdot [(\Phi \Pi^{SC} - RP_m)^{k_m-2} \cdot (\Pi^{SC})^2 \cdot (\Phi \Pi^{SC} - RP_r)^{k_r}]}_{> 0} \\ &\underbrace{- k_m \cdot [(\Phi \Pi^{SC} - RP_m)^{k_m-1} \cdot (\Pi^{SC})^2 \cdot k_r \cdot (\Phi \Pi^{SC} - RP_r)^{k_r-1}]}_{< 0} \\ &\Rightarrow \frac{\partial^2 Z}{\partial \Phi^2} < 0 \end{aligned} \quad (41)$$



شکل ۳. نحوه ی تغییر متوسط سود اعضاء زنجیره نسبت به پارامتر Φ (fi).

به ازای پارامتر Φ بزرگ تر از 0.38 و 0.19 ، بیشتر از حداقل سود مورد انتظار او (RP_r) می شود. بنابراین زمانی که پارامتر Φ در محدوده $[0.19, 0.38]$ تغییر کند هر دوی تولیدکننده و خرده فروش نسبت به حداقل سود مورد انتظار خود به شرایط برد-برد خواهند رسید. طبق قضیه ی دو مقدار پارامتر Φ در جواب تعادلی نش به ازای قدرت چانه زنی برابر، یعنی $k_m = k_r = 0.5$ ، برای طرفین قرارداد، برابر 0.4524 و قیمت عمده فروشی متناظر، برابر با 2.62 است.

۱.۶. تحلیل حساسیت

در ادامه، نحوه ی تغییر متوسط سود تولیدکننده و خرده فروش، طبق قراردادهای عمده فروشی و تسهیم سود، برحسب پارامترهای مدل بررسی می شود. فرض کنید تقاضا دارای توزیع نرمال با میانگین 100 و انحراف معیار σ باشد. در جداول ۱ و ۲ متوسط سود هر یک از اعضاء به ازای پارامترهای مختلف و با در نظر گرفتن دو مقدار 20 و 50 برای σ نشان داده شده است. در این جداول مقادیر بهینه ی قیمت عمده فروشی تولیدکننده، سفارش بهینه ی خرده فروش و متوسط سود تولیدکننده و خرده فروش به ازای مقادیر مختلف برای c_r, c_m, p ، طبق قرارداد عمده فروشی نشان داده شده اند. ستون های $R.EP$ و $M.EP$ به ترتیب متوسط سود خرده فروش و تولیدکننده را نمایش می دهد. ستون کارایی چنین محاسبه شده است:

کارایی = $\frac{\text{سود سیستم، طبق قرارداد عمده فروشی}}{\text{سود سیستم، طبق قرارداد تسهیم سود}}$

شاخص تعریف شده به صورت فوق، معیاری را برای مقایسه ی سود سیستم — طبق دو قرارداد: یکی با توانایی هماهنگ سازی سیستم و دیگری بدون این توانایی — ارائه می کند. لازم به ذکر است، با توجه به این که در قرارداد تسهیم سود، متوسط سود هر یک از طرفین قرارداد وابسته به قدرت چانه زنی آنهاست، طبق معیار کارایی تنها به مقایسه ی کل سود سیستم، طبق دو قرارداد عمده فروشی و تسهیم سود، پرداخته می شود.

با بررسی جداول ۱ و ۲ مشاهده می شود که در پی افزایش قیمت فروش محصول نهایی (p)، تولیدکننده قیمت فروش خود را (w^*) برای خرده فروش افزایش می دهد. همچنین، در پی افزایش قیمت فروش محصول نهایی، مقدار سفارش خرده فروش و متوسط سود طرفین قرارداد افزایش می یابد. در پی افزایش هزینه ی تولیدکننده (c_m) نیز تولیدکننده قیمت فروش خود را (w^*) برای خرده فروش افزایش می دهد. اما به دنبال افزایش هزینه ی تولیدکننده، سود هر دو طرف قرارداد کاهش می یابد. در پی افزایش هزینه ی خرده فروش، تولیدکننده قیمت فروش خود را (w^*) برای خرده فروش

بنابراین، مقدار بهینه ی Φ محدودیت های 30 و 31 را ارضاء می کند. همچنین واضح است که Φ_{NBS} یک عبارت مثبت و در عین حال کوچکتر از 1 است، زیرا:

$$\begin{aligned} \Phi_{NBS} &= \frac{k_r(\Pi^{sc} - RP_m) + k_m RP_r}{\Pi^{sc}} \\ &= \frac{k_r(\Pi^{sc} - RP_m) + (1 - k_r)RP_r}{\Pi^{sc}} \\ &= \frac{RP_r + k_r(\Pi^{sc} - RP_m - RP_r)}{\Pi^{sc}} < 1 \end{aligned} \quad (43)$$

پس Φ_{NBS} در همه ی محدودیت ها صادق خواهد بود. مقدار متناظر w_{NBS} طبق رابطه ی ۳۲ به دست می آید. بازه چانه زنی بر سر پارامتر Φ ، که در آن تولیدکننده و خرده فروش هر دو به شرایط برد-برد دست می یابند نیز با در نظر گرفتن همزمان روابط زیر به دست می آید:

$$\Pi_r^{RS} = \Phi p S(q) - q(w + c_r) = \Phi \Pi^{SC} \geq RP_r \quad (44)$$

$$\Pi_m^{RS} = (1 - \Phi)p S(q) + q(w - c_m) = (1 - \Phi)\Pi^{SC} \geq RP_m \quad (45)$$

با توجه به $(RP_m + RP_r < \Pi^{SC})$ ، بازه ی تعیین شده برای Φ غیر تهی و بنابراین اثبات کامل است. ■

لازم به ذکر است، اگر هزینه ی خرده فروش سهم عمده یی از هزینه های کل زنجیره ی تأمین را داشته باشد، به گونه یی که داشته باشیم:

$$\frac{c_r}{c_r + c_m} > 1 - \frac{\Pi_m^{PC}}{\Pi^{SC}(q^{SC})} \quad (46)$$

در این صورت، مقدار قیمت عمده فروشی در قرارداد تسهیم سود منفی می شود. این حالت می تواند به عنوان یک شرایط تقسیم هزینه، که در آن تولیدکننده قسمتی از هزینه های خرده فروش را تقبل می کند، تفسیر شود. این موضوع حاکی از توانایی قرارداد تسهیم سود در ایجاد روحیه ی مشارکتی^{۲۱} بین اعضاء زنجیره است. حتی در این شرایط هم، با توجه به سهم شدن تولیدکننده در درآمد خرده فروش، هر دو عضو به شرایط برد-برد دست می یابند.

۶. بررسی های عددی

در این قسمت، ابتدا با بررسی یک مثال، نحوه ی بهبود سود تولیدکننده و خرده فروش، طبق قرارداد تسهیم سود بررسی می شود. سپس با تجزیه و تحلیل حساسیت، نحوه ی تغییرات متوسط سود اعضاء زنجیره طبق دو قرارداد عمده فروشی و تسهیم سود، به ازای مقادیر مختلف برای پارامترهای مدل، بررسی می شود. فرض کنید برآوردهای زیر برای پارامترهای مدل در دست باشند:

$$p = 100, c_m = 30, c_r = 20, RP_m = 1200, RP_r = 800, X \sim \text{Normal}(\mu = 100, \sigma = 20)$$

پارامترهای درآمد و هزینه برحسب واحد پول، به ازای هر واحد محصول است.

در شکل ۳ نحوه ی تغییر متوسط سود اعضاء زنجیره، برحسب پارامتر Φ (fi) در قرارداد تسهیم سود نشان داده شده است. مطابق انتظار، متوسط سود تولیدکننده با افزایش پارامتر Φ کاهش و متوسط سود خرده فروش با افزایش پارامتر Φ افزایش می یابد. زمانی که پارامتر Φ از 0.38 بیشتر شود، متوسط سود تولیدکننده کم تر از حداقل سود مورد انتظار او (RP_m) می شود. از طرفی متوسط سود خرده فروش

جدول ۱. تصمیمات بهینه و متوسط سود طبق قرارداد عمده‌فروشی به ازای $\sigma = 2^\circ$.

کارایی	M.EP	R.EP	q_n^{*PC}	w^*	c_n	c_m	p
۰٫۸۰۳۳	۴۷۶۴	۶۳۰	۷۳	۸۵	۱۵	۲۰	۱۱۰
۰٫۸۰۹۱	۴۰۴۱	۵۲۶	۷۱	۷۷	۲۵	۲۰	۱۱۰
۰٫۸۱۴۴	۳۳۳۶	۴۲۸	۷۰	۶۸	۳۵	۲۰	۱۱۰
۰٫۸۰۱۴	۵۴۳۱	۷۲۱	۷۴	۹۴	۱۵	۲۰	۱۲۰
۰٫۸۰۷۱	۴۷۰۲	۶۱۶	۷۲	۸۵	۲۵	۲۰	۱۲۰
۰٫۸۱۲۰	۳۹۸۹	۵۱۶	۷۰	۷۷	۳۵	۲۰	۱۲۰
۰٫۸۱۲۰	۳۹۸۹	۵۱۶	۷۰	۹۷	۱۵	۴۰	۱۲۰
۰٫۸۱۶۷	۳۲۹۴	۴۲۰	۶۹	۸۸	۲۵	۴۰	۱۲۰
۰٫۸۲۱۲	۲۶۱۸	۳۳۰	۶۷	۷۹	۳۵	۴۰	۱۲۰
۰٫۸۱۶۷	۳۲۹۴	۴۲۰	۶۹	۹۸	۱۵	۵۰	۱۲۰
۰٫۸۲۱۲	۲۶۱۸	۳۳۰	۶۷	۸۹	۲۵	۵۰	۱۲۰
۰٫۸۲۵۴	۱۹۶۴	۲۴۵	۶۴	۸۱	۳۵	۵۰	۱۲۰

جدول ۲. تصمیمات بهینه و متوسط سود طبق قرارداد عمده‌فروشی به ازای $\sigma = 5^\circ$.

کارایی	M.EP	R.EP	q_n^{*PC}	w^*	c_n	c_m	p
۰٫۷۵۴۳	۳۱۴۸	۱۰۲۹	۶۷	۶۷	۱۵	۲۰	۱۱۰
۰٫۷۵۹۳	۲۵۰۵	۸۰۸	۶۲	۶۱	۲۵	۲۰	۱۱۰
۰٫۷۶۲۹	۱۹۱۳	۶۰۹	۵۶	۵۴	۳۵	۲۰	۱۱۰
۰٫۷۵۲۶	۳۶۵۰	۱۱۹۸	۶۸	۷۳	۱۵	۲۰	۱۲۰
۰٫۷۵۷۷	۲۹۸۹	۹۶۹	۶۴	۶۷	۲۵	۲۰	۱۲۰
۰٫۷۶۱۵	۲۳۷۶	۷۶۱	۵۹	۶۰	۳۵	۲۰	۱۲۰
۰٫۷۶۱۵	۲۳۷۶	۷۶۱	۵۹	۸۰	۱۵	۴۰	۱۲۰
۰٫۷۶۴۱	۱۸۱۱	۵۷۲	۵۴	۷۴	۲۵	۴۰	۱۲۰
۰٫۷۶۵۲	۱۳۰۱	۴۰۲	۴۸	۶۷	۳۵	۴۰	۱۲۰
۰٫۷۶۴۱	۱۸۱۱	۵۷۲	۵۴	۸۴	۱۵	۵۰	۱۲۰
۰٫۷۶۵۲	۱۳۰۱	۴۰۲	۴۸	۷۷	۲۵	۵۰	۱۲۰
۰٫۷۶۴۲	۸۵۰	۲۵۱	۴۲	۷۰	۳۵	۵۰	۱۲۰

جدول ۳. تصمیمات بهینه و متوسط سود طبق قرارداد تسهیم سود به ازای $\sigma = 2^\circ$.

M.EP	R.EP	(Φ, w)	q^{SC}	c_n	c_m	p
۵۴۲۷	۱۲۸۸	(۰٫۱۹ و -۰٫۸۳)	۱۰۹	۱۵	۲۰	۱۱۰
۴۵۸۱	۱۰۶۴	(۰٫۱۹ و -۱۶٫۵)	۱۰۵	۲۵	۲۰	۱۱۰
۳۷۶۶	۸۵۶	(۰٫۱۹ و -۲۴٫۸)	۱۰۰	۳۵	۲۰	۱۱۰
۶۱۹۴	۱۴۸۲	(۰٫۱۹ و -۰٫۸۲)	۱۱۱	۱۵	۲۰	۱۲۰
۵۳۳۷	۱۲۵۳	(۰٫۱۹ و -۱۶٫۵)	۱۰۶	۲۵	۲۰	۱۲۰
۴۵۱۰	۱۰۳۸	(۰٫۱۹ و -۲۴٫۷)	۱۰۲	۳۵	۲۰	۱۲۰
۴۵۱۰	۱۰۳۸	(۰٫۱۹ و -۰٫۴۷)	۱۰۲	۱۵	۴۰	۱۲۰
۳۷۱۱	۸۳۷	(۰٫۱۸ و -۱۳٫۰)	۹۸	۲۵	۴۰	۱۲۰
۲۹۴۱	۶۴۹	(۰٫۱۸ و -۲۱٫۴)	۹۴	۳۵	۴۰	۱۲۰
۳۷۱۱	۸۳۷	(۰٫۱۸ و -۰٫۳۰)	۹۸	۱۵	۵۰	۱۲۰
۲۹۴۱	۶۴۹	(۰٫۱۸ و -۱۱٫۴)	۹۴	۲۵	۵۰	۱۲۰
۲۱۹۷	۴۸۰	(۰٫۱۸ و -۱۹٫۸)	۸۹	۳۵	۵۰	۱۲۰

جدول ۴. تصمیمات بهینه و متوسط سود طبق قرارداد تسهیم سود به ازای $\sigma = 5^\circ$.

M.EP	R.EP	(Φ, w)	q^{SC}	c_n	c_m	p
۳۸۲۵	۱۷۱۲	(۰٫۳۱ و -۰٫۴۲)	۱۲۴	۱۵	۲۰	۱۱۰
۳۰۳۲	۱۳۳۱	(۰٫۳۱ و -۱۱٫۳)	۱۱۱	۲۵	۲۰	۱۱۰
۲۳۰۲	۱۰۰۳	(۰٫۳۰ و -۱۸٫۳)	۱۰۰	۳۵	۲۰	۱۱۰
۴۴۴۵	۱۹۹۶	(۰٫۳۱ و -۰٫۴۲)	۱۲۷	۱۵	۲۰	۱۲۰
۳۶۲۵	۱۵۹۹	(۰٫۳۱ و -۱۱٫۲)	۱۱۶	۲۵	۲۰	۱۲۰
۲۸۶۴	۱۲۵۵	(۰٫۳۰ و -۱۸٫۲)	۱۰۵	۳۵	۲۰	۱۲۰
۲۸۶۴	۱۲۵۵	(۰٫۳۰ و -۰٫۱۸)	۱۰۵	۱۵	۴۰	۱۲۰
۲۱۷۸	۹۴۱	(۰٫۳۰ و -۰٫۵۴)	۹۵	۲۵	۴۰	۱۲۰
۱۵۶۲	۶۶۳	(۰٫۳۰ و -۱۲٫۷)	۸۴	۳۵	۴۰	۱۲۰
۲۱۷۸	۹۴۱	(۰٫۳۰ و ۰٫۴۶)	۹۵	۱۵	۵۰	۱۲۰
۱۵۶۲	۶۶۳	(۰٫۳۰ و -۰٫۲۷)	۸۴	۲۵	۵۰	۱۲۰
۱۰۲۱	۴۱۹	(۰٫۲۹ و -۱۰٫۳)	۷۳	۳۵	۵۰	۱۲۰

کاهش می‌دهد. افزایش هزینه‌ی خرده‌فروش، بر میزان سفارش او و متوسط سود هر دو طرف قرارداد اثر معکوس داشته و آنها را کاهش می‌دهد.

با مقایسه‌ی جداول ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، در پی افزایش پراکندگی تقاضا (σ)، هم قیمت عمده‌فروشی و هم سفارش خرده‌فروش، هر دو کاهش می‌یابند. با توجه به رابطه‌ی ۵ واضح است که افزایش σ باعث کاهش مقدار سفارش خرده‌فروش می‌شود. در چنین شرایطی کاهش قیمت عمده‌فروشی از جانب تولیدکننده، تا حدودی اثر منفی پراکندگی تقاضا بر سفارش خرده‌فروش را تعدیل می‌کند. در مجموع، اثرات این تغییرات به‌گونه‌ی است که در پی افزایش پراکندگی تقاضا، متوسط سود خرده‌فروش افزایش و متوسط سود تولیدکننده کاهش پیدا می‌کند.

چنان که در هر دو جدول ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، به دنبال کاهش قیمت فروش یا افزایش هزینه‌ها، یعنی کاهش p یا افزایش c_m یا افزایش c_n ، کارایی قرارداد عمده‌فروشی بهبود می‌یابد. واضح است که به دنبال کاهش قیمت فروش یا افزایش هزینه‌ها، هم صورت و هم مخارج رابطه‌ی تعریف شده به‌عنوان کارایی، هر دو کاهش پیدا می‌کنند. در چنین شرایطی بهبود کارایی حاکی از این است که مخارج رابطه‌ی کارایی، یعنی سود سیستم طبق قرارداد تسهیم سود، کاهش بیشتری نسبت به صورت رابطه‌ی کارایی، یعنی سود سیستم طبق قرارداد عمده‌فروشی، پیدا کرده است.

تفسیر دیگر این روند این است که اگر تغییرات در یک سیستم، در راستای بهبود شرایط، یعنی افزایش قیمت یا کاهش هزینه‌ها باشد، استفاده از یک قرارداد هماهنگ کننده نسبت به قرارداد عمده‌فروشی ارزشمندتر و مفیدتر است. اگر تغییرات در یک سیستم، در راستای بدتر شدن شرایط، یعنی کاهش قیمت فروش یا افزایش هزینه‌ها باشد، ارجحیت هماهنگ‌سازی سیستم بر قرارداد غیر هماهنگ‌ساز عمده‌فروشی کاهش می‌یابد. دلیل مشاهده‌ی چنین روندی این است که در پی بهبود شرایط سیستم، بهبود سود کل سیستم از بهبود سود تک تک اعضای زنجیره، بیشتر است. این موضوع از عدم توانایی قرارداد عمده‌فروشی در بهبود سود اعضای زنجیره، به اندازه‌ی بهبود سود سیستم حکایت دارد. در چنین شرایطی استفاده از یک قرارداد هماهنگ‌ساز، مانند تسهیم سود، شرایط را برای بهبود سود اعضای زنجیره فراهم کرده و باعث می‌شود اعضای زنجیره بتوانند از بهبود شرایط سیستم، در راستای بهبود سود خود بهره ببرند.

در جداول ۳ و ۴ نحوه‌ی تغییرات متوسط سود تولیدکننده و خرده‌فروش، طبق قرارداد تسهیم سود و با در نظر گرفتن مقادیر مختلف برای پارامترهای مدل نشان

زنجیره‌ی تأمین در زمره‌ی مهم‌ترین مباحث مدیریت زنجیره‌ی تأمین، مطرح است. در این راستا، قراردادهای هماهنگ‌ساز زنجیره، مانند قرارداد تسهیم سود، به‌عنوان راهکارهای مناسبی برای هماهنگ‌سازی مطرح شده است. در عمل، به دلایل مختلف، مانند محدودیت‌های اطلاعاتی یا مدیریتی، ممکن است امکان طراحی قراردادهای هماهنگ‌ساز وجود نداشته باشد. در چنین شرایطی، اهمیت و لزوم توجه به قرارداد ساده‌ی عمده‌فروشی بیشتر آشکار می‌شود. به همین دلیل یکی از قراردادهای بررسی شده در این تحقیق، قرارداد عمده‌فروشی بوده است. حتی در شرایطی که امکان استفاده از قراردادهای هماهنگ‌ساز فراهم باشد، نحوه‌ی چانه‌زنی بر سر تصاحب سود حاصل از هماهنگ‌سازی سیستم یکی از موضوعات چالش‌برانگیز خواهد بود که باید به آن توجه شود. از این رو، بررسی نحوه‌ی چانه‌زنی طرفین قرارداد، طبق قرارداد هماهنگ‌ساز تسهیم سود، یکی دیگر از ویژگی‌های این تحقیق بوده است.

در این تحقیق، با در نظر گرفتن یک زنجیره‌ی تأمین دوسطحی، ابتدا تصمیمات بهینه‌ی قیمت‌گذاری و سفارش‌دهی، طبق قرارداد عمده‌فروشی بررسی شد. علی‌رغم این که این نوع قرارداد منجر به هماهنگ‌سازی تصمیمات نمی‌شود، با توجه به اهمیت آن از ابعاد اجرایی، طبق قضیه‌ی ۱، رابطه‌ی مشخصی برای تعیین مقدار بهینه‌ی قیمت عمده‌فروشی به دست آمد. در این قضیه، فرض شده تقاضای تصادفی فصل فروش، توزیع نرخ خرابی عمومی افزایشی داشته باشد. توزیع‌های تصادفی معمول در عمل، مانند نرمال، یکنواخت، گاما و وایبول از چنین ویژگی برخوردارند.

در ادامه، ضمن مرور نحوه‌ی طراحی قرارداد تسهیم سود، چگونگی دستیابی طرفین قرارداد به شرایط برد-برد و چانه‌زنی بر سر تصاحب سود ایجاد شده در سیستم هماهنگ شده بررسی شد. در قضیه‌ی ۲، مقادیر تعادلی پارامترهای قرارداد تسهیم سود، طبق مدل چانه‌زنی عمومی، به‌صورت تحلیلی محاسبه شدند. در نهایت با ارائه‌ی مثال‌های عددی، ضمن مقایسه‌ی سود تولیدکننده و خرده‌فروش، تحت دو قرارداد عمده‌فروشی و تسهیم سود، کارایی قرارداد عمده‌فروشی در شرایط مختلف متصور برای مدل، بررسی گردید. نتایج نشان می‌دهد، اگر تغییرات در یک سیستم، در راستای بهبود شرایط، یعنی افزایش قیمت یا کاهش هزینه‌ها باشد، استفاده از یک قرارداد هماهنگ‌کننده نسبت به قرارداد عمده‌فروشی، ارزشمندتر و مفیدتر خواهد بود.

برای مطالعات آتی می‌توان زمینه‌های تحقیقاتی زیر را پیشنهاد کرد:

- توسعه‌ی قراردادهای عمده‌فروشی و تسهیم سود با در نظر گرفتن تقاضا به‌صورت تصادفی و وابسته به قیمت؛
- توسعه‌ی قراردادهای عمده‌فروشی و تسهیم سود برای شرایط عدم تقارن اطلاعات تقاضا و هزینه؛
- توسعه‌ی قراردادهای عمده‌فروشی و تسهیم سود، با در نظر گرفتن محدودیت‌های تکنولوژیکی مانند: محدودیت ظرفیت تولید، سطح کیفی محصول نهایی یا زمان تحویل محصول نهایی به مشتری؛
- بررسی مدل چانه‌زنی در زنجیره‌های تأمین چندسطحی و با حضور تصمیم‌گیرندگان متعدد در زنجیره.

داده شده است. در ستون q^{SC} مقدار سفارش بهینه برای سیستم نمایش داده شده است. ستون (Φ, w) مقادیر بهینه‌ی این پارامترها را در جواب تعادلی نش به‌ازای قدرت چانه‌زنی برابر نمایش می‌دهد. در این شرایط سهم هر یک از طرفین قرارداد برای تصاحب اضافه سود ایجاد شده در سیستم به دلیل هماهنگ‌سازی برابر خواهد بود $(k_r = k_m = 0.5)$. ستون‌های $M.EP$ و $R.EP$ به ترتیب متوسط سود خرده‌فروش و تولیدکننده را به‌ازای مقادیر تعادلی پارامترهای قرارداد تسهیم سود در ستون (Φ, w) نمایش می‌دهند. چنان که در جداول ۳ و ۴ مشاهده می‌شود (مشابه جداول ۱ و ۲)، افزایش قیمت فروش یا کاهش هزینه‌ی طرفین قرارداد منجر به افزایش q^{SC} و همچنین بهبود سود طرفین قرارداد می‌شود. همچنین افزایش پراکندگی تقاضا منجر به کاهش متوسط سود تولیدکننده و از طرفی افزایش متوسط سود خرده‌فروش می‌شود.

طبق جداول ۳ و ۴، با افزایش هزینه‌ی خرده‌فروش، قیمت تعادلی w کاهش می‌یابد، ولی در عوض مقدار تعادلی Φ نیز کاهش داده می‌شود تا تولیدکننده بتواند سهم خود، یعنی $(1 - \Phi)$ را افزایش دهد. مقادیر تعادلی (Φ, w) حساسیت ملموسی نسبت به قیمت فروش ندارند. افزایش هزینه‌ی تولیدکننده، نیز منجر به افزایش قیمت تعادلی w می‌شود، اما در مقابل پارامتر Φ نیز افزایش داده می‌شود، تا سهم تعادلی تولیدکننده از سود خرده‌فروش کم‌تر شود.

لازم به ذکر است، مقدار تعادلی w در قرارداد تسهیم سود در اکثر مواقع منفی است. زیرا در این مثال‌ها نسبت $c_r / (c_r + c_m)$ از Φ بزرگ‌تر می‌شود و به عبارتی هزینه‌ی خرده‌فروش قسمت عمده‌ی از هزینه‌های سیستم را تشکیل می‌دهد. در این موارد، در واقع تولیدکننده برای کاهش هزینه‌ی بالای خرده‌فروش بخشی از این هزینه را در قبال شریک شدن در سود حاصل از فروش تقبل می‌کند. علی‌رغم منفی شدن مقدار w در قرارداد تسهیم سود، مشاهده می‌شود که در همه‌ی این حالت‌ها متوسط سود تولیدکننده در قرارداد تسهیم سود نسبت به قرارداد عمده‌فروشی بهبود می‌یابد. با مقایسه‌ی متوسط سود تولیدکننده و خرده‌فروش در جداول ۱ و ۳ و همچنین ۲ و ۴، شاهد بهبود متوسط سود طرفین طبق قرارداد هماهنگ‌کننده‌ی تسهیم سود، نسبت به قرارداد عمده‌فروشی هستیم. به‌عنوان مثال متوسط سود تولیدکننده و خرده‌فروش از ۴۷۶۴ و ۶۳۰، در سطر اول جدول ۱، به ترتیب به ۵۴۲۷ و ۱۲۸۸، در سطر اول جدول ۳، افزایش می‌یابند. واضح است، با توجه به اینکه قرارداد تسهیم سود یک قرارداد هماهنگ‌کننده است، معیار کارایی برای آن همواره برابر با یک یا صد درصد خواهد بود و همواره سود سیستم طبق قرارداد تسهیم سود بیشتر از سود سیستم طبق قرارداد عمده‌فروشی خواهد بود.

۷. نتیجه‌گیری

از آنجا که معمولاً تصمیم‌گیرندگان مختلف در سطوح زنجیره‌ی تأمین دارای منافع و اهداف خاص و بعضاً متضاد با هم هستند، هماهنگ‌سازی تصمیم‌گیرندگان مختلف

پانویس‌ها

1. supply chain management (SCM)
2. coordination

3. contract design
4. revenue sharing
5. discount
6. return policy (Buy-back)
7. credit option

8. option contract
9. contract designer
10. price only
11. wholesale price
12. double marginalization
13. bargaining
14. news vendor
15. first order condition
16. increasing generalized failure rate (IGFR)
17. gamma distribution
18. weibull distribution
19. agent
20. nash bargaining solution (NBS)
21. collaborative spirit

منابع (References)

1. Tsay, A., Nahmias, S. and Agrawal, N., *Modeling supply chain contracts: A review.*, In: Tayur, S., Ganeshan, R., Magazine, M. (Eds.), *Quantitative Models for Supply Chain Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (Chapter 10), pp. 1339-1358 (1999).
2. Malone, T. and Crowston, K. "The interdisciplinary study of coordination", *ACM Computing Surveys*, **26**, pp. 87-119 (1994).
3. Giannoccaro, I. and Pontrandolfo, P. "Supply chain coordination by revenue sharing contracts", *Int. J. Production Economics*, **89**, pp. 131-139 (2004).
4. Li, X. and Wang, Q. "Coordination mechanisms of supply chain systems", *European Journal of Operational Research*, **179**, pp. 1-16 (2007).
5. Arshinder Kanda, A. and Deshmukh, S.G. "A framework for evaluation of coordination by contracts: A case of two-level supply chains", *Computers and Industrial Engineering*, **56**(4), pp. 1177-1191 (2008).
6. Cachon, G.P., *Supply Chain Coordination with Contracts*, In: Graves, S.C., de Kok, A.G. (Eds.), *Handbooks in Operations Research and Management Science: Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation*, **11**, North-Holland, Amsterdam, pp. 227-339, (2004).
7. Pasternack, B.A., *Using Revenue Sharing to Achieve Channel Coordination for A Newsboy Type Inventory Model*, In: Geunes, J., Pardalos, P., Romeijn, H.E. (Eds.), *Supply Chain Management: Models, Applications and Research Directions*. Kluwer Academic Publishers, pp. 117-136 (2002).
8. Cachon, G.P. and Lariviere, M.A. "Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: Strengths and limitations", *Management Science*, **51**(1), pp. 30-44 (2005).
9. Wang, Y.Z., Jiang, L. and Shen, Z.J. "Channel performance under consignment contract with revenue sharing", *Management Science*, **50**(1), pp. 34-47 (2004).
10. Van der Veen, J.A.A. and Venugopal, V. "Using revenue sharing to create win-win in the video rental supply chain", *Journal of the Operational Research Society*, **56**, pp. 757-762 (2005).
11. Bellantuono, N., Giannoccaro, I., Pontrandolfo, P. and Tang, C.S. "The implications of joint adoption of revenue sharing and advance booking discount programs", *International Journal of Production Economics*, **121**, pp. 383-394 (2009).
12. Van der Rhee, B., Van der Veen, J.A., Venugopal, V. and Nalla, V.R. "A new revenue sharing mechanism for coordinating multi-echelon supply chains", *Operations Research Letters*, **38**, pp. 296-301 (2010).
13. Sheu, J.B. "Marketing-driven channel coordination with revenue-sharing contracts under price promotion to end-customers", *European Journal of Operational Research*, **214**(2), pp. 246-255 (2011).
14. Zhang, W-G., Fu, J., Li, H. and Xu, W. "Coordination of supply chain with a revenue-sharing contract under demand disruptions when retailers compete", *International Journal of Production Economics*, **138**(1), pp. 68-75 (2012).
15. Palsule-Desai, O.D. "Supply chain coordination using revenue-dependent revenue sharing contracts", *Omega*, **41**(4), pp. 780-796 (2013).
16. Hsueh, C-F. "Improving corporate social responsibility in a supply chain through a new revenue sharing contract", *International Journal of Production Economics*, **151**, pp. 214-222 (2014).
17. Feng, X., Moon, I. and Ryu, K. "Revenue-sharing contracts in an N-stage supply chain with reliability considerations", *International Journal of Production Economics*, **147**, Part A, pp. 20-29 (2014).
18. Govindan, K. and Nicoleta Popiuc, M. "Reverse supply chain coordination by revenue sharing contract: A case for the personal computers industry", *European Journal of Operational Research*, **233**(2), pp. 326-336 (2014).
19. Xu, G., Dan, B., Zhang, X. and Liu, C. "Coordinating a dual-channel supply chain with risk-averse under a two-way revenue sharing contract", *International Journal of Production Economics*, **147**, Part A, pp. 171-179 (2014).
20. Lariviere, M.A. and Porteus, E.L. "Selling to the news vendor: An analysis of price-only contracts", *Manufacturing and Service Operations Management*, **3**(4), pp. 293-305 (2001).
21. Muthoo, A., *Bargaining Theory with Applications*, Cambridge University Press, First published (1999).