

## به اشتراک‌گذاری اطلاعات، نشت اطلاعات و تحریف اطلاعات در یک زنجیره تأمین غیرمتمرکز با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش رقیب

مریم اسمعیلی<sup>\*</sup>، هاجر کفشیان اهر<sup>۲</sup>

۱. دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

۲. دکتری مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

### خلاصه

خسارت ناشی از تصمیم‌گیری براساس اطلاعات نادرست و یا در شرایط عدم‌وجود اطلاعات، جبران‌ناپذیر است. از این‌رو، این مقاله تأثیر قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد را روی به اشتراک‌گذاری اطلاعات و همچنین نشت اطلاعات برای زنجیره تأمین با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش رقیب بررسی می‌کند. یکی از خرده‌فروش‌ها در مورد پیش‌بینی خود از تقاضای غیرقطعی اطلاعات دقیق‌تری داشته و می‌تواند آن را با تولیدکننده به اشتراک بگذارد. تولیدکننده ممکن است، اطلاعات دقیق‌تر به‌دست‌آمده از یکی از خرده‌فروش‌ها را در راستای افزایش منافع خود، در اختیار خرده‌فروش دیگر قرار دهد (نشت اطلاعات). بنابراین خرده‌فروش آگاه‌تر نیز ممکن است اطلاعات خصوصی پیش‌بینی خود را به درستی با تولیدکننده به اشتراک نگذارد. از این رو تولیدکننده قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد را به آن خرده‌فروش پیشنهاد می‌دهد تا او را تشویق کند که اطلاعات خصوصی خود را به درستی در اختیار تولیدکننده و خرده‌فروش دیگر قرار دهد. نتایج نشان می‌دهد، اگرچه نشت اطلاعات توسط تولیدکننده منافع او را افزایش می‌دهد اما خرده‌فروش آگاه‌تر را نیز به اشتراک اطلاعات نادرست که به ضرر تولیدکننده است، ترغیب می‌کند. همچنین، تجزیه و تحلیل‌ها نشان می‌دهد که تحت قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد، خرده‌فروشی که اطلاعات دقیق‌تری از پیش‌بینی تقاضای غیرقطعی دارد، اطلاعات خود را به درستی در اختیار تولیدکننده و خرده‌فروش دیگر قرار داده که موجب هماهنگی اعضای زنجیره تأمین و افزایش سودکل زنجیره تأمین می‌گردد.

### اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت ۱۳۹۶/۴/۱۷

پذیرش ۱۳۹۸/۴/۳

کلمات کلیدی:

به اشتراک‌گذاری اطلاعات

نشت اطلاعات

تحریف اطلاعات

قرارداد به اشتراک‌گذاری

درآمد

نظریه بازی‌ها

تأمین. از این‌رو به اشتراک‌گذاری اطلاعات در زنجیره تأمین می‌تواند عملکرد زنجیره را بهبود بخشد. اگرچه هر یک از اعضای زنجیره تأمین نیازهای اطلاعاتی معین و همچنین خروجی اطلاعات منحصربه‌فردی دارند، اندازه، دقت و درستی این اطلاعات بر عملکرد زنجیره تأمین تأثیرگذار است. هر یک از سازمان‌های فعال در زنجیره تأمین از طریق به اشتراک‌گذاشتن اطلاعات خود با سازمان‌های دیگر می‌توانند جریان اطلاعات را در زنجیره تأمین سرعت بخشند و در نتیجه عملکرد زنجیره

### ۱- مقدمه

امروزه با توجه به سرعت تغییرات محیط، پیشرفت تکنولوژی و یکپارچه شدن اقتصاد جهانی، عدم‌قطعیت بیشتری در رابطه با اطلاعات در بازار به چشم می‌خورد. عدم‌قطعیت اطلاعات اثرات نامطلوب فراوانی بر روی زنجیره تأمین بر جای می‌گذارد که به‌طور خلاصه عبارتند از افزایش هزینه‌های تولید، موجودی، حمل و نقل و نیروی انسانی، زمان تدارک طولانی، افت سطح سرویس و تخریب روابط میان اعضای زنجیره

\* نویسنده مسئول: مریم اسمعیلی

تلفن: ۰۲۱-۸۸۰۴۲۰۱۴؛ پست الکترونیکی: esmaeili\_m@alzahra.ac.ir

تأمین را بهبود داده، به نیازهای متغیر مشتریان سریع‌تر پاسخ گویند؛ بنابراین می‌توان گفت به اشتراک‌گذاری اطلاعات در بلندمدت برای سازمان مزیت رقابتی به بار خواهد آورد.

در ادبیات مربوط به، به اشتراک‌گذاری اطلاعات در زنجیره تأمین، یکی از مفروضات عبارتست از این که اطلاعات همواره به‌درستی در بین اعضاء به اشتراک گذاشته می‌شود. به‌جز در مواردی که هریک از طرفین توان بررسی صحت اطلاعات یکدیگر را داشته باشند، تولیدکنندگان و خرده‌فروش‌ها ممکن است برای افزایش منافع خود اطلاعات نادرست را به اشتراک بگذارند. این تحریف اطلاعات ممکن است سطوح منافع را کاهش داده و یا موجب عدم اشتراک اطلاعات در زنجیره‌های تأمین گردد.

چالش مهم دیگر در مورد به اشتراک‌گذاری اطلاعات، عدم تمایل شرکت‌ها برای به اشتراک گذاشتن اطلاعات خود به دلیل ترس از نشت آن اطلاعات از طرف تأمین‌کنندگان به رقبای آن شرکت‌ها می‌باشد. نشت اطلاعات نه تنها ممکن است منافی برای اعضای زنجیره تأمین نداشته باشد بلکه ممکن است موجب متضرر شدن اعضای زنجیره گردد.

در این مقاله، یک زنجیره تأمین دوسطحی که در آن یک تولیدکننده یک نوع محصول را از طریق دو خرده‌فروش رقیب در اختیار مشتریان قرار می‌دهد، مورد مطالعه قرار گرفته است. یکی از خرده‌فروش‌ها از اطلاعات دقیق‌تری نسبت به تقاضای بازار برخوردار است. تقاضا برای محصول غیرقطعی بوده و خرده‌فروش‌ها براساس پیش‌بینی خود از تقاضا سفارش خود را به تولیدکننده صادر می‌کنند. خرده‌فروشی که اطلاعات دقیق‌تری دارد، ممکن است به دلیل ترس از نشت اطلاعاتش توسط تولیدکننده به خرده‌فروش دیگر، اطلاعات خود را به‌درستی با تولیدکننده به اشتراک نگذارد. هدف این مقاله مطالعه و بررسی تأثیر قرارداد هماهنگی در به اشتراک‌گذاری درآمد بر جلوگیری از نشت و تحریف اطلاعات در زنجیره تأمین است.

در ادامه مقاله، در بخش ۲، به مرور ادبیات پرداخته می‌شود. سپس در بخش ۳، ساختار زنجیره تأمین، پارامترها، متغیرها و توابع تقاضا تشریح می‌گردد. در بخش ۴، مدل‌سازی حالت‌های مختلف مسأله ارائه و حل می‌گردد. مطالعه عددی مدل‌ها در بخش ۵ و آنالیز حساسیت در بخش ۶ ارائه خواهد شد. در بخش ۷، سناریوهای مختلف اشتراک، نشت و تحریف اطلاعات مورد مقایسه و تحلیل قرار خواهد گرفت. در پایان نیز بخش ۸ نتایج حاصل از مدل را بیان می‌کند.

## ۲- مرور ادبیات

در رابطه با موضوع مطرح شده، به طور کلی مقالات به چهار دسته زیر تقسیم می‌شود.

دسته اول مربوط به مطالعاتی است که به اشتراک‌گذاری اطلاعات را در زنجیره تأمین رقابتی مورد بررسی قرار داده‌اند. در مقالات به‌طور

داده‌اند که قرارداد انعطاف مقداری قادر به هماهنگ‌سازی مقدار سفارش در زنجیره تأمین بوده و سودآوری کل زنجیره تأمین را بیشینه می‌کند [۲۳].

بررسی مطالعات صورت گرفته، حاکی از آن است که تحریف اطلاعات، انگیزه اعضای زنجیره تأمین را برای شرکت در به اشتراک‌گذاری اطلاعات کاهش می‌دهد. مطالعات پیشین نیز اگرچه نشت اطلاعات و تحریف اطلاعات را به طور مجزا مورد بررسی قرار داده‌اند ولی تاکنون مطالعه جامعی به‌طور همزمان دو مساله نشت اطلاعات و تحریف اطلاعات و همچنین اثرات این دو مورد را بر روی یکدیگر مورد بررسی قرار نداده است. بنابراین در این مقاله مدل پایه مقاله میشرا و همکاران [۱۴] در نظر گرفته شده و ضمن توسعه مدل، تاثیرات به اشتراک‌گذاری اطلاعات پیش‌بینی تقاضا، نشت اطلاعات و تحریف اطلاعات، در یک زنجیره تأمین دو سطحی با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش رقیب مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. سپس تأثیر قرارداد هماهنگی به اشتراک‌گذاری درآمد بر حذف نشت و تحریف اطلاعات مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

### ۳- تعریف مسأله

تولیدکننده‌ای را در نظر بگیرید که یک نوع محصول را با قیمت عمده‌فروشی یکسان از طریق دو خرده‌فروش رقیب به مشتریان می‌فروشد. یکی از خرده‌فروش‌ها نسبت به دیگری از اطلاعات دقیق‌تری از تقاضای بازار برخوردار است. تقاضای بازار نه تنها متأثر از قیمت هر دو خرده‌فروش می‌باشد بلکه با توجه به تغییر سلیقه مشتریان و تنوع محصولات، غیرقطعی نیز می‌باشد. خرده‌فروشی که اطلاعات دقیق‌تری دارد با  $i$  و خرده‌فروش دیگر با  $e$  نشان داده می‌شود. هزینه تولید هر واحد محصول برای تولیدکننده  $c \geq 0$  است. به‌منظور سودآور بودن تولید و فروش محصول برای تولیدکننده و خرده‌فروش‌ها، قیمت عمده‌فروشی باید به‌ترتیب از هزینه تولید هر واحد محصول بیشتر ( $w > c$ ) و از قیمت فروش خرده‌فروش‌ها کمتر باشد ( $p_j > w, j = i, e$ ). فرض می‌شود که مدل به‌صورت تک‌دوره‌ای است. استراتژی تولید تولیدکننده استراتژی تولید براساس سفارش بوده و کمبود در مدل جایز نمی‌باشد [۶، ۱۴، ۲۴-۲۷].

خرده‌فروش  $i$  که اطلاعات دقیق‌تری از تقاضای بازار دارد، می‌تواند اندازه سفارش را براساس پیش‌بینی خود از تقاضا، تحریف کرده و یا به درستی به تولیدکننده اعلام نماید. از این‌رو، تولیدکننده نمی‌تواند اطمینان حاصل کند که تقاضای خرده‌فروش  $i$  (میزان سفارش) درست است و علاقمند می‌شود که برای آگاهی از اطلاعات خرده‌فروش  $i$  بخشی از درآمد خود را جهت دریافت اطلاعات درست با او به اشتراک گذارد. از طرف دیگر در صورت آگاهی تولیدکننده از این اطلاعات، او نیز برای افزایش سود خود، می‌تواند این اطلاعات را در اختیار خرده‌فروش  $e$  قرار دهد (نشت اطلاعات). اشتراک اطلاعات از سوی خرده‌فروش  $i$ ، در صورت اعتماد او به تولیدکننده در مورد عدم نشت

می‌تواند برای کل اعضای زنجیره تأمین سودمند باشد [۱۳].

دسته دوم مطالعاتی هستند که تحریف اطلاعات را در زنجیره تأمین مورد بررسی قرار داده‌اند. مرور ادبیات نشان می‌دهد که مقالات بسیار کمی تحریف اطلاعات را بررسی کرده‌اند به‌عنوان مثال میشرا و همکاران انگیزه تولیدکننده و خرده‌فروش را برای تحریف اطلاعات پیش‌بینی تقاضا در یک زنجیره تأمین دوسطحی با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش بررسی کرده و نشان داده‌اند که اگر تولیدکننده و خرده‌فروش قبل از به اشتراک‌گذاری اطلاعات روی حاشیه سود نسبی خود به توافق برسند، به اشتراک‌گذاری اطلاعات برای هر دو سودمند بوده و انگیزه برای تحریف اطلاعات حذف می‌شود [۱۴].

جریان سوم مطالعات، مربوط به مقالاتی هستند که نشت اطلاعات را در زنجیره تأمین مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. لی و ژانگ تأثیر نشت اطلاعات را در یک زنجیره تأمین دوسطحی با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش رقیب مورد مطالعه قرار داده و نشان داده‌اند که چون نشت اطلاعات به نفع تولیدکننده و به ضرر خرده‌فروش‌ها می‌باشد به اشتراک‌گذاری اطلاعات را غیرممکن می‌سازد [۱۵]. کنگ و همکاران انگیزه برای نشت اطلاعات خصوصی خرده‌فروش به رقیبش را در یک زنجیره تأمین دوسطحی با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش مطالعه نموده و بیان کرده‌اند که قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد می‌تواند انگیزه تولیدکننده را برای نشت اطلاعات کاهش دهد [۱۶]. چن و آزر یک زنجیره تأمین دوسطحی با یک تأمین‌کننده و چند خرده‌فروش رقیب را تحت تقاضای غیرقطعی در نظر گرفته و قراردادهایی را تعیین کرده‌اند که با جلوگیری از نشت اطلاعات افقی، اشتراک اطلاعات عمودی را تسهیل می‌کنند [۱۷].

دسته چهارم مقالات نیز هماهنگی زنجیره تأمین با استفاده از قراردادهای هماهنگی را مطالعه کرده‌اند. کاجون نشان داده است که قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد می‌تواند موجب هماهنگی زنجیره تأمین با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش گردد [۱۸]. کاجون و لاریویو [۱۹] و یائو و همکاران [۲۰] نشان داده‌اند که قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد یک ابزار قوی برای هماهنگی زنجیره تأمین رقابتی با تقاضای غیرقطعی است. ژانگ و چن به اشتراک‌گذاری اطلاعات تقاضا را در یک زنجیره تأمین دوسطحی با یک تأمین‌کننده و یک خرده‌فروش مطالعه کرده و نشان داده‌اند که قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد هماهنگ‌کننده بوده و اعضای زنجیره تأمین را وادار می‌کند تا اطلاعات خود را به‌درستی به اشتراک بگذارند [۲۱]. ساها و گوپال تحت تقاضای وابسته به قیمت و موجودی، هماهنگی یک زنجیره تأمین دوسطحی را با استفاده از سه قرارداد هماهنگی تخفیف مشترک، تخفیف قیمت عمده‌فروشی و به اشتراک‌گذاری هزینه بررسی کرده و توسط نظریه چانه‌زنی<sup>۱</sup> نشان داده‌اند که الاستیسیته موجودی نقش مهمی در انتخاب قرارداد هماهنگی دارد [۲۲]. ابراهیمی نسب و همکاران یک زنجیره تأمین دوسطحی با تقاضای احتمالی را تحت قرارداد انعطاف مقداری مورد بررسی قرار داده و نشان

هر خرده‌فروش از تقاضا، متفاوت بوده و از توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $\sigma_0^2$  برخوردار می‌باشد (۲۸)، (۲۹)، (۳۰)، (۳۱) و (۱۴).

### ۳-۲- پیش‌بینی خرده‌فروش‌ها در مورد تقاضا

هر خرده‌فروش با استفاده از اطلاعات خود از شرایط بازار و تکنیک‌های پیش‌بینی، تقاضای بازار را پیش‌بینی می‌کند. پیش‌بینی دو خرده‌فروش  $i$  و  $e$  به ترتیب با  $f_i$  و  $f_e$  نشان داده می‌شود به طوری که:

$$f_i = \bar{\alpha} + \varepsilon_i \quad (۴)$$

$$f_e = \bar{\alpha} + \varepsilon_e \quad (۵)$$

$\varepsilon_e$  و  $\varepsilon_i$  مستقل از  $\bar{\alpha}$  بوده و به ترتیب دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $\sigma_e^2$  و  $\sigma_i^2$  می‌باشند. براساس روابط (۳) تا (۵)، تقاضای دو خرده‌فروش یکسان نمی‌باشند. در واقع تفاوت در میزان تقاضای نهایی خرده‌فروش‌ها، متأثر از بخش غیرقطعی تقاضا می‌باشد. توزیع احتمال مشترک یک توزیع نرمال است که میانگین و واریانس آن تابعی از میانگین و واریانس توزیع‌های منحصر بفرد است [۱۴، ۳۲]. بنابراین:

$$E[\alpha|f_i] = (1 - t_i)\bar{\alpha} + t_i f_i, \quad Var[\alpha|f_i] = \frac{t_i^2 \sigma_i^2}{t_i^2 \sigma_i^2 + \sigma_0^2} \quad (۶)$$

$$E[\alpha|f_e] = (1 - t_e)\bar{\alpha} + t_e f_e, \quad Var[\alpha|f_e] = \frac{t_e^2 \sigma_e^2}{t_e^2 \sigma_e^2 + \sigma_0^2} \quad (۷)$$

به طوری که:

$$t_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_0^2 + \sigma_i^2} \quad (۸)$$

$$t_e = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_0^2 + \sigma_e^2} \quad (۹)$$

### ۴- ارائه مدل

همانطور که پیش‌تر اشاره شد، در این بخش، اشتراک اطلاعات درست، نشت اطلاعات درست، اشتراک اطلاعات نادرست و نشت اطلاعات نادرست مدل‌سازی شده و حل می‌گردد. سپس تأثیر قرارداد به اشتراک گذاری درآمد مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ۴-۱- اشتراک اطلاعات درست<sup>۱</sup> بین تولیدکننده و خرده‌فروش $i$

حالتی را در نظر بگیرید که خرده‌فروش  $i$  اطلاعات خود را، قبل از صدور سفارش، به درستی در اختیار تولیدکننده قرار می‌دهد و هیچ نشت اطلاعاتی بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $e$  وجود ندارد. بنابراین، تابع هدف تولیدکننده که برابر با مجموع سود حاصل از سفارش هر یک از خرده‌فروش‌های  $i$  و  $e$  می‌باشد، برابر است با:

$$\pi_M^{TIS} = E[(w - c)(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] + E[(w - c)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_e] \quad (۱۰)$$

به طوری که برای خرده‌فروش  $i$ ،  $(w - c)$  برابر سود تولیدکننده از فروش هر واحد محصول و  $(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)$  مقدار تقاضا یا سفارش خرده‌فروش می‌باشد. به همین صورت نیز توابع هدف دو خرده‌فروش عبارت است از:

$$\pi_{R_i}^{TIS} = E[(p_i - w)(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] \quad (۱۱)$$

$$\pi_{R_e}^{TIS} = E[(p_e - w)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_e] \quad (۱۲)$$

اطلاعاتش به خرده‌فروش دیگر، قبل از صدور سفارش به تولیدکننده و به درستی صورت می‌گیرد. اما در صورت عدم اطمینان خرده‌فروش  $i$  به تولیدکننده در مورد نشت اطلاعاتش به خرده‌فروش  $e$ ، می‌تواند به نادرستی صورت بگیرد. این اشتراک اطلاعات نادرست از سوی خرده‌فروش  $i$  منجر به کاهش سود زنجیره تأمین خواهد شد. در این مقاله صرفاً اشتراک و نشت یک نوع اطلاعات یعنی اطلاعات پیش‌بینی تقاضا مطرح شده و سایر پارامترها معلوم بوده و اطلاعات دیگری مورد بررسی قرار نگرفته است. در ادامه چهار حالت اشاره شده به تفصیل بیان شده و مدل می‌گردد. لیکن پیش از آن، به تعریف متغیرها، پارامترها و تابع تقاضا به صورت زیر پرداخته می‌شود:

### جدول (۱): پارامترها و متغیرها

متغیرهای تصمیم	
$w$	قیمت عمده‌فروشی تولیدکننده
$p_j$	قیمت خرده‌فروشی خرده‌فروش $j = i, e$
$\theta$	درصدی از درآمد تولیدکننده که توسط قرارداد به اشتراک گذاری درآمد به خرده‌فروش $i$ تعلق می‌گیرد
پارامترها	
$c$	واحد هزینه تولید
$\beta$	حساسیت تقاضا به قیمت
$\gamma$	حساسیت تقاضا به قیمت رقیب
$\bar{\alpha}$	تقاضای اولیه
$\alpha$	بخش قطعی تقاضا
$\varepsilon$	بخش غیرقطعی تقاضا
$\sigma_0^2$	واریانس $\varepsilon$
$\pi_M$	تابع سود تولیدکننده
$\pi_{R_j}$	تابع سود خرده‌فروش $j = i, e$
$f_j$	پیش‌بینی خرده‌فروش $j = i, e$ از تقاضای اولیه $\alpha$
$\varepsilon_j$	خطای پیش‌بینی خرده‌فروش $j = i, e$ از تقاضای اولیه $\alpha$
$\sigma_j^2$	واریانس $\varepsilon_j$ برای $j = i, e$

### ۳-۱- توابع تقاضا

تابع تقاضای دو خرده‌فروش عبارت است از:

$$D_i(\alpha, p_i, p_e) = \alpha - \beta p_i + \gamma p_e \quad (۱)$$

$$D_e(\alpha, p_e, p_i) = \alpha - \beta p_e + \gamma p_i \quad (۲)$$

در روابط فوق،  $\alpha$  تقاضای اولیه و پایه ( $\alpha > 0$ )،  $p_i$  و  $p_e$  قیمت فروش دو خرده‌فروش،  $\beta$  حساسیت تقاضا به قیمت و  $\gamma$  حساسیت تقاضا به قیمت رقیب را نشان می‌دهند، به طوری که  $\beta > \gamma$  می‌باشد (حساسیت تقاضا نسبت به قیمت هر خرده‌فروش بیشتر از حساسیت تقاضا نسبت به قیمت رقیب می‌باشد).

تقاضای اولیه ( $\alpha$ ) که یک متغیر تصادفی است از دو بخش پایه یا قطعی و بخش غیر قطعی تشکیل شده است. به طوری که:

$$\alpha = \bar{\alpha} + \varepsilon \quad (۳)$$

$\bar{\alpha}$  بخش پایه یا قطعی تقاضا بوده که یک مقدار ثابت مثبت می‌باشد.  $\varepsilon$  نیز بخش غیر قطعی تقاضا می‌باشد و براساس اطلاعات و پیش‌بینی

$$w = \frac{E[\alpha|f_i] + E[\alpha|f_e] + 2(\beta - \gamma)c}{4(\beta - \gamma)} \quad (۲۲)$$

بعد از جایگذاری و ساده‌سازی روابط، نتایج حل مدل به‌طور خلاصه در جدول (۲) ذکر شده است. اثبات بهینه بودن مقادیر به‌دست‌آمده در قسمت پیوست ارائه شده است.

جدول (۲): نتایج حل مدل در حالت اشتراک اطلاعات درست بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $i$  (TIS)

متغیر	مقدار
$w^{TIS}$	$\frac{E[\alpha f_i] + E[\alpha f_e] + 2(\beta - \gamma)c}{4(\beta - \gamma)}$
$p_i^{TIS}$	$\frac{(5\beta - 4\gamma)E[\alpha f_i] + \beta E[\alpha f_e] + 2\beta(\beta - \gamma)c}{4(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$
$p_e^{TIS}$	$\frac{(5\beta - 4\gamma)E[\alpha f_e] + \beta E[\alpha f_i] + 2\beta(\beta - \gamma)c}{4(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$
$\pi_{R_i}^{TIS}$	$\frac{3E[\alpha f_i] - E[\alpha f_e] - 2c(\beta - \gamma)}{16(2\beta - \gamma)^2} \times [(3\beta - 4\gamma)E[\alpha f_i] - (\beta - 4\gamma)E[\alpha f_e]]$
$\pi_{R_e}^{TIS}$	$\frac{3E[\alpha f_e] - E[\alpha f_i] - 2c(\beta - \gamma)}{16(2\beta - \gamma)^2} \times [(3\beta - 4\gamma)E[\alpha f_e] - (\beta - 4\gamma)E[\alpha f_i]]$
$\pi_M^{TIS}$	$\frac{\beta(E[\alpha f_i] + E[\alpha f_e])^2 - 4\beta c^2(\beta - \gamma)^2}{8(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$

۴-۲- نشت اطلاعات درست<sup>۱</sup> بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $e$  در این حالت تولیدکننده برای افزایش سود خود، اطلاعات خرده‌فروش  $i$  را که دقیق‌تر است به‌درستی در اختیار خرده‌فروش  $e$  قرار می‌دهد. از این رو نشت اطلاعات بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $e$  وجود داشته و تابع هدف تولیدکننده که برابر با مجموع سود حاصل از سفارش هریک از خرده‌فروش‌های  $i$  و  $e$  می‌باشد، برابر است با:

$$\pi_M^{TIL} = E[(w - c)(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] + [(w - c)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_i] \quad (۲۳)$$

به‌طوری‌که برای خرده‌فروش  $i$ ،  $(w - c)$  برابر سود تولیدکننده از فروش هر واحد محصول  $(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)$  مقدار تقاضا یا سفارش خرده‌فروش می‌باشد. به همین صورت نیز توابع هدف دو خرده‌فروش عبارت است از:

$$\pi_{R_i}^{TIS} = E[(p_i - w)(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] \quad (۲۴)$$

$$\pi_{R_e}^{TIS} = E[(p_e - w)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_i] \quad (۲۵)$$

همانند حالت قبل خرده‌فروش‌ها ابتدا به‌طور همزمان قیمت خود و سپس میزان سفارش را تعیین می‌کنند. سپس تولیدکننده براساس میزان سفارش خرده‌فروش‌ها، قیمت فروش کالای خود را اعلام می‌نماید. همانند بخش قبلی مدل حل شده و پس از ساده‌سازی روابط، نتایج در جدول (۳) به‌طور خلاصه نشان داده شده‌اند.

خرده‌فروش‌ها ابتدا به‌طور همزمان قیمت خود و سپس میزان سفارش را تعیین می‌کنند، پس از آن، تولیدکننده براساس میزان سفارش خرده‌فروش‌ها، قیمت فروش کالای خود را اعلام می‌نماید. با توجه به همزمانی تصمیم دو خرده‌فروش، بازی دو خرده‌فروش استاتیک بوده و بازی بین تولیدکننده و خرده‌فروش بازی استکلبرگ (غیر استاتیک) می‌باشد. با استفاده از روش برگشت به عقب [۳۳]، ابتدا با فرض معلوم بودن قیمت عمده‌فروشی تولیدکننده، قیمت خرده‌فروشی دو خرده‌فروش را به‌طور همزمان تعیین می‌کنیم؛ بنابراین، با هدف حداکثر کردن تابع سود دو خرده‌فروش، و مساوی صفر قرار دادن مشتقات جزئی مرتبه اول توابع هدف هر خرده‌فروش نسبت به قیمت فروشش، خواهیم داشت:

$$\pi_{R_i}^{TIS} = (p_i - w)(E[\alpha|f_i] - \beta p_i + \gamma p_e) \quad (۱۳)$$

$$p_i(f_i) = \frac{1}{2} \left( \frac{E[\alpha|f_i] + \gamma p_e}{\beta} + w \right) \quad (۱۴)$$

$$\pi_{R_e}^{TIS} = (p_e - w)(E[\alpha|f_e] - \beta p_e + \gamma p_i) \quad (۱۵)$$

$$p_e(f_e) = \frac{1}{2} \left( \frac{E[\alpha|f_e] + \gamma p_i}{\beta} + w \right) \quad (۱۶)$$

معادله (۱۴) بهترین تابع پاسخ خرده‌فروش  $i$  است. از آنجایی‌که خرده‌فروش  $i$  اطلاعات کاملی در مورد خرده‌فروش  $e$  ندارد، دانش کاملی نیز در مورد قیمت خرده‌فروشی او ندارد؛ بنابراین خرده‌فروش  $i$  باید قیمت مورد انتظار خرده‌فروش  $e$  را پیدا کند:

$$p_e(f_i) = \frac{1}{2} \left( \frac{E[\alpha|f_i] + \gamma p_i}{\beta} + w \right) \quad (۱۷)$$

به‌طور مشابه نیز خرده‌فروش  $e$  قیمت مورد انتظار خرده‌فروش  $i$  را محاسبه می‌کند:

$$p_i(f_e) = \frac{1}{2} \left( \frac{E[\alpha|f_e] + \gamma p_e}{\beta} + w \right) \quad (۱۸)$$

با جایگذاری معادله (۱۷) در (۱۴) و همچنین معادله (۱۸) در (۱۶) و حل همزمان معادلات حاصل، قیمت تعادلی دو خرده‌فروش به‌صورت زیر حاصل می‌گردد:

$$p_i^* = \frac{E[\alpha|f_i] + \beta w}{(2\beta - \gamma)} \quad (۱۹)$$

$$p_e^* = \frac{E[\alpha|f_e] + \beta w}{(2\beta - \gamma)} \quad (۲۰)$$

حال معادلات به‌دست آمده برای قیمت‌ها را در تابع سود تولیدکننده جایگذاری کرده (روش برگشت به عقب) و با استفاده از مشتق جزئی مرتبه اول تابع هدف تولیدکننده نسبت به قیمت عمده‌فروشی تولیدکننده خواهیم داشت:

$$\pi_M^{TIS} = \frac{(w - c)}{(2\beta - \gamma)} [\beta(E[\alpha|f_i] + E[\alpha|f_e])] - 2\beta(\beta - \gamma)w \quad (۲۱)$$

از آنجایی که اثبات بهینه بودن مقادیر به دست آمده در این مدل و همچنین دو مدل بعدی همانند مدل قبل می‌باشد، از تکرار آن‌ها صرف نظر می‌شود.

جدول (۳): نتایج حل مدل در حالت نشت اطلاعات بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $e$  (FIL)

$$\pi_M^{FIL} = E[(w - c)(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] + E[(w - c)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_i^+] \quad (29)$$

$$\pi_{R_i}^{FIL} = E[(p_i - w)(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] \quad (30)$$

$$\pi_{R_e}^{FIL} = E[(p_e - w)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_i^+] \quad (31)$$

همانند بخش قبلی مدل حل شده و پس از ساده‌سازی روابط، نتایج در جدول (۵) به طور خلاصه نشان داده شده‌اند.

جدول (۵): نتایج حل مدل در حالت نشت اطلاعات نادرست بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $e$  (FIL)

متغیر	مقدار
$w^{FIL}$	$\frac{E[\alpha f_i] + E[\alpha f_i^+] + 2(\beta - \gamma)c}{4(\beta - \gamma)}$
$p_i^{FIL}$	$\frac{(5\beta - 4\gamma)E[\alpha f_i] + \beta E[\alpha f_i^+] + 2\beta(\beta - \gamma)c}{4(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$
$p_e^{FIL}$	$\frac{(5\beta - 4\gamma)E[\alpha f_i^+] + \beta E[\alpha f_i] + 2\beta(\beta - \gamma)c}{4(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$
$\pi_{R_i}^{FIL}$	$\frac{[3E[\alpha f_i] - E[\alpha f_i^+] - 2c(\beta - \gamma)]}{16(2\beta - \gamma)^2} \times [(3\beta - 4\gamma)E[\alpha f_i] - (\beta - 4\gamma)E[\alpha f_i^+]]$
$\pi_{R_e}^{FIL}$	$\frac{[3E[\alpha f_i^+] - E[\alpha f_i] - 2c(\beta - \gamma)]}{16(2\beta - \gamma)^2} \times [(3\beta - 4\gamma)E[\alpha f_i^+] - (\beta - 4\gamma)E[\alpha f_i]]$
$\pi_M^{FIL}$	$\frac{\beta (E[\alpha f_i] + E[\alpha f_i^+])^2 - 4\beta c^2(\beta - \gamma)^2}{8(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$

۴-۵- قرارداد هماهنگی در به اشتراک گذاری درآمد و اطلاعات درست

چنانچه تولیدکننده بخواهد از اشتراک اطلاعات نادرست توسط خرده‌فروش  $i$  جلوگیری نماید و همچنین از مزایای نشت اطلاعات نیز بهره ببرد، یکی از مکانیزم‌های تشویقی می‌تواند قرارداد به اشتراک گذاری درآمد باشد. به این صورت که اگر خرده‌فروش  $i$  اطلاعات خود را به درستی در اختیار تولیدکننده و خرده‌فروش  $e$  قرار دهد، تولیدکننده نیز بخشی از درآمد خود را به خرده‌فروش  $i$  می‌دهد. در واقع طبق قرارداد خرده‌فروش  $i$  در ازای دریافت بخشی از درآمد تولیدکننده، اطلاعات خود را به صورت درست نه تنها در اختیار

از آنجایی که اثبات بهینه بودن مقادیر به دست آمده در این مدل و همچنین دو مدل بعدی همانند مدل قبل می‌باشد، از تکرار آن‌ها صرف نظر می‌شود.

جدول (۳): نتایج حل مدل در حالت نشت اطلاعات بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $e$  (TIL)

متغیر	مقدار
$w^{TIL}$	$\frac{E[\alpha f_i] + (\beta - \gamma)c}{2(\beta - \gamma)}$
$p_i^{TIL}$	$\frac{(3\beta - 2\gamma)E[\alpha f_i] + \beta(\beta - \gamma)c}{2(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$
$p_e^{TIL}$	$\frac{(3\beta - 2\gamma)E[\alpha f_i] + \beta(\beta - \gamma)c}{2(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$
$\pi_{R_i}^{TIL}$	$\frac{\beta[E[\alpha f_i]^2 - c^2(\beta - \gamma)^2]}{4(2\beta - \gamma)^2}$
$\pi_{R_e}^{TIL}$	$\frac{\beta[E[\alpha f_i]^2 - c^2(\beta - \gamma)^2]}{4(2\beta - \gamma)^2}$
$\pi_M^{TIL}$	$\frac{\beta[E[\alpha f_i]^2 - c^2(\beta - \gamma)^2]}{2(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$

۴-۳- اشتراک اطلاعات نادرست<sup>۱</sup> تولیدکننده و خرده‌فروش  $i$

در این حالت خرده‌فروش  $i$  به دلیل نداشتن اعتماد کامل به تولیدکننده در مورد عدم نشت اطلاعات او، اطلاعات خود را به درستی با تولیدکننده به اشتراک نمی‌گذارد. او اطلاعات پیش‌بینی خود را کمتر از مقدار واقعی ( $f_i^- < f_i$ ) در اختیار تولیدکننده قرار می‌دهد تا محصول را با قیمت عمده‌فروشی پایین‌تر (تولیدکننده قیمت عمده‌فروشی خود را بر اساس  $f_i^-$  یا مقدار پیش‌بینی خرده‌فروش تنظیم خواهد کرد) خریداری نموده و سود خود را افزایش دهد. در این حالت توابع سود بازیکنان برابر است با:

$$\pi_M^{FIS} = E[(w - c)(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i^-] + E[(w - c)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_i^-] \quad (26)$$

$$\pi_{R_i}^{FIS} = E[(p_i - w)(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i^-] \quad (27)$$

$$\pi_{R_e}^{FIS} = E[(p_e - w)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_i^-] \quad (28)$$

همانند بخش قبلی مدل حل شده و پس از ساده‌سازی روابط، نتایج در جدول (۴) به طور خلاصه نشان داده شده‌اند.

جدول (۴): نتایج حل مدل در حالت اشتراک اطلاعات نادرست بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $i$  (FIS)

متغیر	مقدار
$w^{FIS}$	$\frac{2\beta(\beta - \gamma)c + (3\beta - \gamma)E[\alpha f_i^-] - (\beta - \gamma)E[\alpha f_i]}{4\beta(\beta - \gamma)}$
$p_i^{FIS}$	$\frac{2\beta^2(\beta - \gamma)c + \beta(3\beta - \gamma)E[\alpha f_i^-] + 3\beta(\beta - \gamma)E[\alpha f_i]}{4\beta(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$
$p_e^{FIS}$	$\frac{2\beta^2(\beta - \gamma)c + \beta(7\beta - 5\gamma)E[\alpha f_i^-] - \beta(\beta - \gamma)E[\alpha f_i]}{4(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}$

۴-۴- نشت اطلاعات نادرست<sup>۲</sup> تولیدکننده و خرده‌فروش  $e$

در این حالت تولیدکننده برای افزایش سود خود اطلاعات پیش‌بینی خرده‌فروش  $i$  را به صورت نادرست و بیشتر از مقدار واقعی آن

به‌دلیل پیچیدگی بالای نتایج مشتقات جزئی مرتبه اول  $\partial \pi_M^{RS} / \partial \theta$  و  $\partial \pi_M^{RS} / \partial w$  امکان حل دستگاه معادلات و به‌دست آوردن  $w^{RS}$  و  $\theta^{RS}$  به‌صورت بسته وجود ندارد. این دو متغیر در بخش بعدی و با استفاده از مثال عددی محاسبه می‌گردند.

#### ۵- مثال عددی

در این قسمت، مثالی برای درک بهتر مدل‌های ارائه شده در قسمت قبل ارائه شده است. علاوه بر آن، آنالیز حساسیت انجام گرفته و تأثیر پارامترهای مختلف روی سود خرده‌فروش‌ها و تولیدکننده تجزیه و تحلیل می‌گردد.

زنجیره تأمین شامل یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش را در نظر بگیرید که یکی از خرده‌فروش‌ها، نسبت به دیگری، اطلاعات دقیق‌تری از تقاضا دارد. هزینه خرید مواد اولیه اصلی و تولید یک واحد محصول از آن‌ها، برابر ۱۵۰ واحد پولی است. تقاضای بالقوه و قطعی بازار ۲۵۰ عدد و متوسط پیش‌بینی هر یک از خرده‌فروش‌ها برای بخش غیرقطعی تقاضا برابر با ۲۰ عدد در نظر گرفته شده است. پارامتر حساسیت تقاضا به قیمت خود خرده‌فروش‌ها برابر ۱ و نسبت به قیمت رقیب ۰.۸ است به این معنی که با افزایش هر واحد پولی در قیمت خرده‌فروش، تقاضای او یک واحد کمتر شده و با افزایش هر واحد پولی قیمت رقیب، مقدار تقاضا به اندازه ۰.۸ کاهش می‌یابد. بنابراین خواهیم داشت:

$$\bar{\alpha} = 250, c = 150, \beta = 1, \bar{\alpha} = 250, \gamma = 0.8, \varepsilon_i = 20, \varepsilon_e = 20$$

همچنین مقادیر واریانس برای بخش غیرقطعی تقاضا و مقادیر

پیش‌بینی دو خرده‌فروش به‌صورت زیر در نظر گرفته شده است:

$$\sigma_0^2 = \sigma_i^2 = \sigma_e^2 = \{10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

ابتدا با فرض  $\sigma_0^2 = 15$ ،  $\sigma_i^2 = 10$  و  $\sigma_e^2 = 20$  مدل‌ها حل و

نتایج حاصل از ۵ مدل در جدول (۶) نشان داده شده است.

برای اثبات مقادیر بهینه  $w$  و  $\theta$ ، لازم است ماتریس هشین تابع

سود تولیدکننده را به‌دست آوریم.

لم: چنانچه ماتریس هشین معین منفی باشد، تابع سود تولیدکننده

نسبت به  $w$  و  $\theta$  مقعر می‌باشد.

اثبات: ماتریس هشین تابع سود تولیدکننده نسبت به متغیرهای  $w$  و

$\theta$  برابر است با:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_M^{RS}}{\partial w^2} & \frac{\partial^2 \pi_M^{RS}}{\partial w \partial \theta} \\ \frac{\partial^2 \pi_M^{RS}}{\partial w \partial \theta} & \frac{\partial^2 \pi_M^{RS}}{\partial \theta^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.65 & 121.2 \\ 121.2 & -661795 \end{bmatrix} \quad (44)$$

از آنجایی که:

$$\frac{\partial^2 \pi_M^{RS}}{\partial w^2} = -0.65 < 0 \quad (45)$$

$$\begin{vmatrix} -0.65 & 121.2 \\ 121.2 & -661795 \end{vmatrix} = 415477.31 > 0 \quad (46)$$

تولیدکننده قرار می‌دهد بلکه اطلاعات خود را با خرده‌فروش  $e$  نیز به اشتراک می‌گذارد. توابع هدف بازیکنان در روابط (۳۲-۳۴) نشان داده شده است:

$$\pi_M^{RS} = (1 - \theta)E[w(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] - [Ec(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] + E[(w - c)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_i] \quad (32)$$

$$\pi_{R_i}^{RS} = E[(p_i - w)(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] + \theta E[w(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] \quad (33)$$

$$\pi_{R_e}^{RS} = E[(p_e - w)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_i] \quad (34)$$

همانند حالت‌های قبل خرده‌فروش‌ها ابتدا به‌طور همزمان قیمت خود و سپس میزان سفارش را تعیین می‌کنند و سپس تولیدکننده براساس میزان سفارش خرده‌فروش‌ها، قیمت فروش کالای خود را اعلام می‌نماید.

با هدف حداکثرسازی سود دو خرده‌فروش، و با مساوی صفر قرار دادن مشتقات جزئی مرتبه اول، قیمت خرده‌فروشی خرده‌فروش‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\pi_{R_i}^{RS} = E[(p_i - w)(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] + \theta E[w(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] \quad (35)$$

$$p_i(f_i) = \frac{1}{2} \left( \frac{E[\alpha|f_i] + \gamma p_e}{\beta} + w(1 - \theta) \right) \quad (36)$$

$$\pi_{R_e}^{RS} = (p_e - w)(E[\alpha|f_i] - \beta p_e + \gamma p_i) \quad (37)$$

$$p_e(f_e) = \frac{1}{2} \left( \frac{E[\alpha|f_i] + \gamma p_i}{\beta} + w \right) \quad (38)$$

حال خرده‌فروش  $i$  باید قیمت مورد انتظار خرده‌فروش  $e$  را پیدا کند:

$$p_e(f_i) = \frac{1}{2} \left( \frac{E[\alpha|f_i] + \gamma p_i}{\beta} + w \right) \quad (39)$$

به‌طور مشابه نیز خرده‌فروش  $e$  قیمت مورد انتظار خرده‌فروش  $i$  را محاسبه می‌کند:

$$p_i(f_e) = \frac{1}{2} \left( \frac{E[\alpha|f_i] + \gamma p_e}{\beta} + w \right) \quad (40)$$

با جایگذاری معادله (۳۹) در (۳۶) و همچنین معادله (۴۰) در (۳۸) و حل همزمان معادلات حاصل، قیمت تعادلی دو خرده‌فروش به‌صورت زیر حاصل می‌گردد:

$$p_i^{RS} = \frac{E[\alpha|f_i]}{(2\beta - \gamma)} + \frac{\beta w}{(4\beta^2 - \gamma^2) \times (\gamma + 2\beta(1 - \theta))} \quad (41)$$

$$p_e^{RS} = \frac{E[\alpha|f_i] + \beta w}{(2\beta - \gamma)} \quad (42)$$

حال معادلات به‌دست‌آمده برای قیمت‌ها را در تابع سود تولیدکننده جایگذاری کرده و با استفاده از مشتق جزئی مرتبه اول قیمت عمده‌فروشی تولیدکننده را محاسبه می‌کنیم:

$$\pi_M^{RS} = (1 - \theta)E[w(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] - E[c(\alpha - \beta p_i + \gamma p_e)|f_i] + E[(w - c)(\alpha - \beta p_e + \gamma p_i)|f_i] \quad (43)$$

خرده فروشی  $e$  پیش بینی دقیق تری از تقاضا دارد، این نتیجه کاملاً منطقی به نظر می رسد.

تحلیل نتایج نشان می دهد که استفاده از قرارداد به اشتراک گذاری درآمد موثر بوده و سود تولید کننده و خرده فروشی  $i$  را نسبت به حالت  $TIS$ ،  $TIL$  و  $FIL$  افزایش داده است. همچنین از جدول (۶) واضح است که سود خرده فروشی  $i$  در حالت  $RS$  بیشتر از سایر حالت ها است. بنابراین خرده فروشی  $i$  قطعاً قرارداد هماهنگی را خواهد پذیرفت و بر اساس قرارداد، تولید کننده متعهد می گردد که بخشی از درآمد خود را در اختیار خرده فروشی  $i$  قرار دهد و خرده فروشی  $i$  نیز اطلاعات خود را به درستی در اختیار تولید کننده و خرده فروشی  $e$  قرار دهد؛ بنابراین تحت قرارداد به اشتراک گذاری درآمد، اعضای زنجیره تأمین به صورت هماهنگ باهم عمل نموده و منافع تمام اعضا حاصل می گردد.

با توجه به اینکه ماتریس هشین معین منفی است، مقادیر به دست آمده برای متغیرهای  $W$  و  $\theta$  بهینه می باشند.

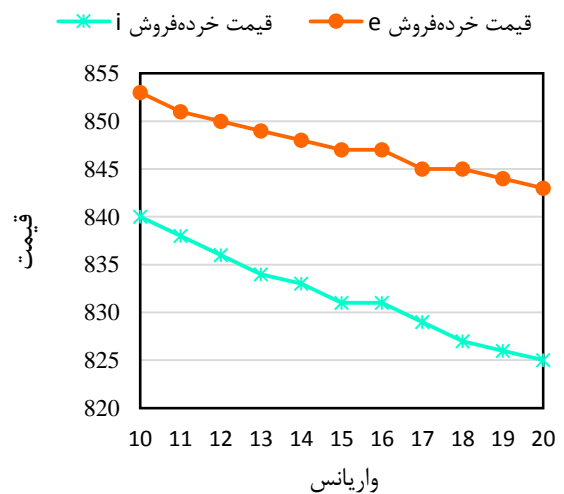
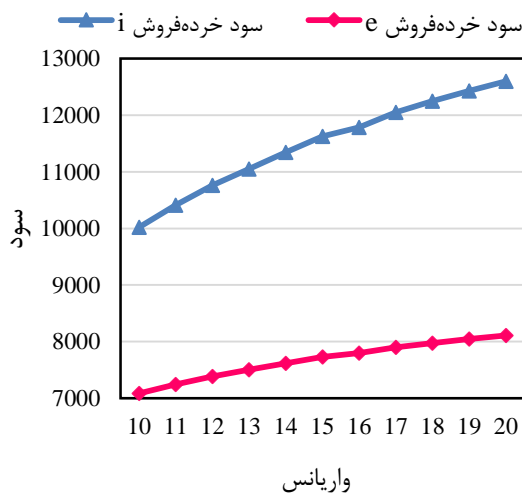
نتایج حاصل از حل مدل نشان می دهد که چنانچه خرده فروشی  $i$  اطلاعات خود را به طور نادرست با تولید کننده به اشتراک بگذارد سود تولید کننده کاهش می یابد؛ بنابراین اشتراک اطلاعات نادرست به ضرر تولید کننده می باشد. علاوه بر این، همان گونه که انتظار می رفت نشت اطلاعات توسط تولید کننده، منجر به افزایش سود تولید کننده و خرده فروشی  $e$  می شود. همچنین افزایش سود تولید کننده با نشت اطلاعات نادرست بیشتر شده است، زیرا زمانی که تولید کننده مقدار پیش بینی خرده فروشی  $i$  را بیشتر از مقدار واقعی به خرده فروشی  $e$  اعلام می کند، خرده فروشی  $e$  نیز بر اساس آن مقدار سفارش خود را بیشتر صادر کرده و در نتیجه سود تولید کننده بیشتر افزایش می یابد. ردیف پنجم جدول (۶) نشان می دهد که هنگام استفاده از قرارداد به اشتراک گذاری درآمد، سود خرده فروشی  $i$  افزایش یافته و بیشتر از سود خرده فروشی  $e$  شده است. با توجه به اینکه خرده فروشی  $i$  نسبت به

جدول (۶): نتایج حاصل از مثال عددی

	$w$	$p_i$	$p_e$	$\pi_{R_i}$	$\pi_{R_e}$	$\pi_M$	$\theta$
TIS	۷۲۶.۳۰۸	۸۲۵.۱۲۸	۸۱۹.۵۹	۱۰۵۶۲.۹	۱۰۲۸۰.۹	۱۳۹۵۲۶	۰
TIL	۸۰۹.۶۱۵	۸۳۲.۰۵۱	۸۳۲.۰۵۱	۱۱۹۲۹.۷	۱۱۹۲۹.۷	۱۴۳۱۵۶	۰
FIS	۷۱۵.۵۷۷	۸۱۶.۱۸۶	۸۱۰.۴۱۷	۹۶۵۷.۸۲	۹۴۳۲.۳	۱۰۶۶۲۶	۰
FIL	۷۴۳.۲۶۹	۸۳۹.۲۶۳	۸۴۵.۰۳۲	۱۰۸۵۷.۷	۱۱۱۵۸	۱۴۶۹۸۶	۰
RS	۷۴۵.۵۹۲	۸۲۴.۴۲۳	۸۴۱.۱۹۸	۱۲۰۲۶.۵	۷۸۵۷.۵	۱۴۳۸۴۷	۳.۷۸ %

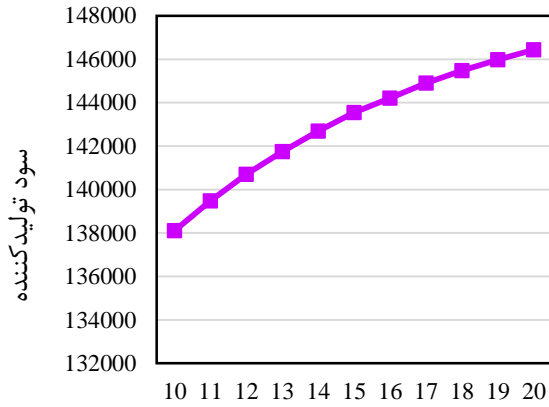
جدول (۷): نتایج تحلیل حساسیت تغییرات  $\sigma_0^2$

$\sigma_0^2$	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
$\pi_{R_i}$	۱۰۰۱۹	۱۰۴۱۰	۱۰۷۵۹	۱۱۰۵۰	۱۱۳۴۶	۱۱۶۲۹	۱۱۷۸۴	۱۲۰۵۲	۱۲۲۴۸	۱۲۴۲۷	۱۲۵۹۸
$\pi_{R_e}$	۷۰۸۷	۷۲۴۱	۷۳۸۵	۷۵۰۶	۷۶۱۹	۷۷۳۱	۷۷۹۹	۷۸۹۹	۷۹۷۴	۸۰۴۴	۸۱۰۷
$\pi_M$	۱۳۸۱۱۷	۱۳۹۴۸۶	۱۴۰۷۰۰	۱۴۱۷۴۷	۱۴۲۶۹۰	۱۴۳۵۴۲	۱۴۴۲۱۲	۱۴۴۹۰۰	۱۴۵۴۷۳	۱۴۵۹۸۶	۱۴۶۴۴۳
$p_i$	۸۴۰	۸۳۸	۸۳۶	۸۳۴	۸۳۳	۸۳۱	۸۳۱	۸۲۹	۸۲۷	۸۲۶	۸۲۵
$p_e$	۸۵۳	۸۵۱	۸۵۰	۸۴۹	۸۴۸	۸۴۷	۸۴۷	۸۴۵	۸۴۵	۸۴۴	۸۴۳
$\theta$	۲.۸۰%	۲.۹۹%	۳.۱۵%	۳.۲۸%	۳.۴۲%	۳.۵۵%	۳.۶۱%	۳.۷۴%	۳.۸۳%	۳.۹۱%	۳.۹۹%

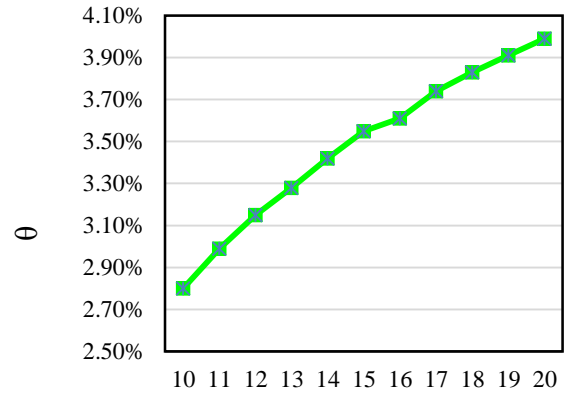


شکل (۱): تغییرات قیمت و سود خرده فروشی ها با تغییر  $\sigma_0^2$





واریانس

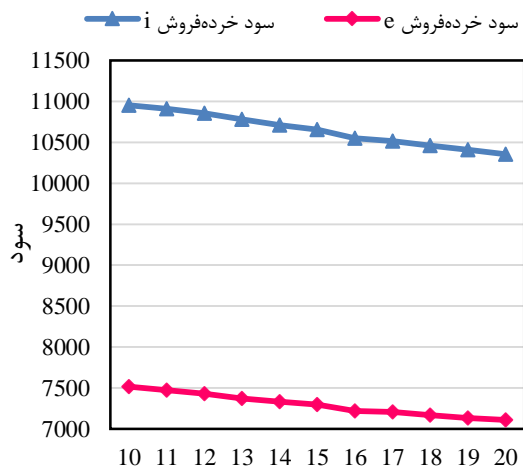


واریانس

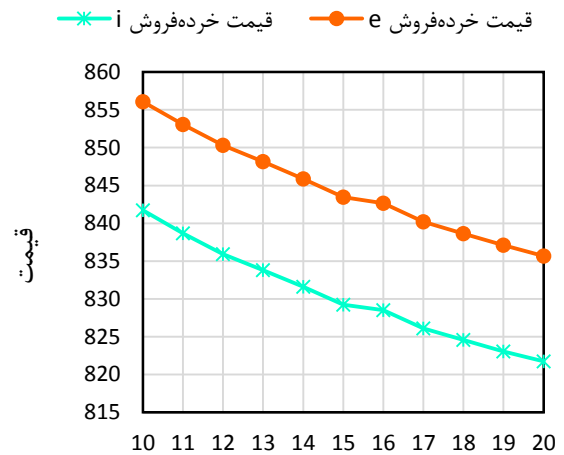
شکل (۲): تغییرات سود تولیدکننده و  $\theta$  با تغییر  $\sigma_0^2$

جدول (۸): نتایج تحلیل حساسیت تغییرات  $\sigma_i^2$

$\sigma_i^2$	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
$\pi_{R_i}$	۱۰۹۵۳	۱۰۹۰۹	۱۰۸۵۶	۱۰۷۸۲	۱۰۷۰۹	۱۰۶۵۷	۱۰۵۴۹	۱۰۵۱۵	۱۰۴۵۹	۱۰۴۱۰	۱۰۳۵۴
$\pi_{R_e}$	۷۵۱۸	۷۴۷۴	۷۴۲۹	۷۳۷۰	۷۳۳۰	۷۲۹۹	۷۲۱۹	۷۲۰۵	۷۱۶۷	۷۱۳۳	۷۱۰۷
$\pi_M$	۱۴۲۹۳۱	۱۴۲۰۴۷	۱۴۱۱۸۶	۱۴۰۳۲۹	۱۳۹۵۴۶	۱۳۸۸۲۸	۱۳۸۰۴۴	۱۳۷۴۵۱	۱۳۶۸۴۶	۱۳۶۲۸۹	۱۳۵۷۸۰
$p_i$	۸۴۲	۸۳۹	۸۳۶	۸۳۴	۸۳۲	۸۲۹	۸۲۸	۸۲۶	۸۲۵	۸۲۳	۸۲۲
$p_e$	۸۵۶	۸۵۳	۸۵۰	۸۴۸	۸۴۶	۸۴۳	۸۴۳	۸۴۰	۸۳۹	۸۳۷	۸۳۶
$\theta$	۳.۱۵۷٪	۳.۱۷۵٪	۳.۱۸۷٪	۳.۱۹۲٪	۳.۱۸۰٪	۳.۱۷۷٪	۳.۱۶۸٪	۳.۱۶۳٪	۳.۱۶۰٪	۳.۱۵۹٪	۳.۱۴۲٪

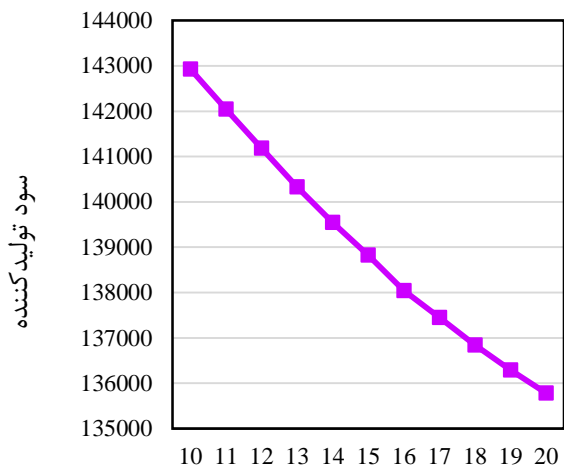


واریانس

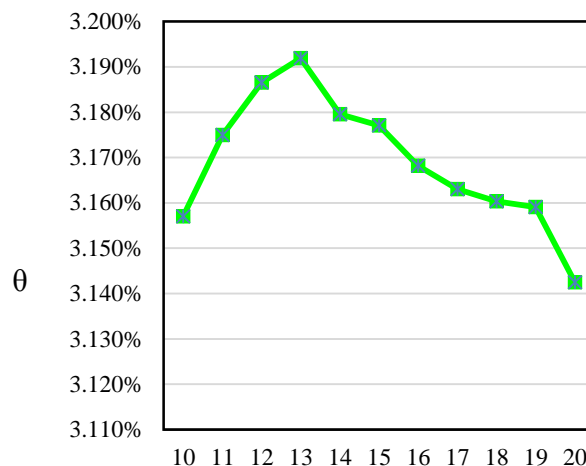


واریانس

شکل (۳): تغییرات قیمت و سود خرده‌فروش‌ها با تغییر  $\sigma_i^2$



واریانس

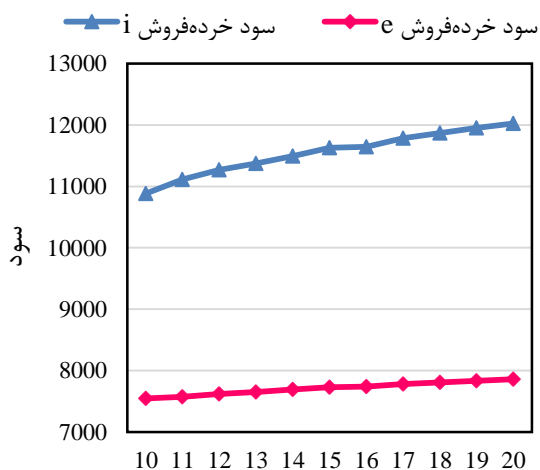


واریانس

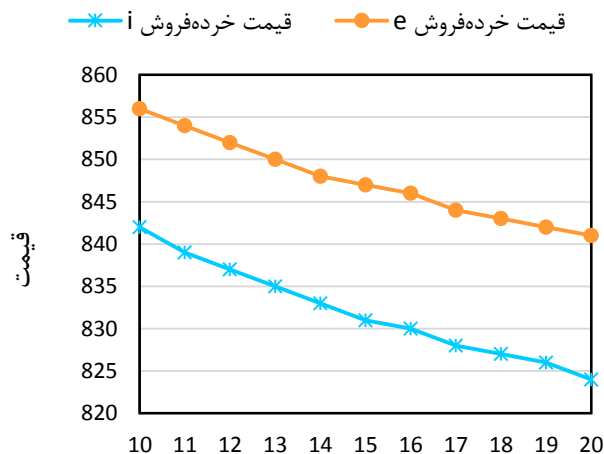
شکل (۴): تغییرات سود تولیدکننده و θ با تغییر  $\sigma_i^2$

جدول (۹): نتایج تحلیل حساسیت تغییرات  $\sigma_e^2$

$\sigma_e^2$	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
$\pi_{R_i}$	۱۰۸۸۴	۱۱۱۱۵	۱۱۲۶۷	۱۱۳۷۲	۱۱۴۹۴	۱۱۶۲۹	۱۱۶۴۶	۱۱۷۸۷	۱۱۸۷۱	۱۱۹۵۴	۱۲۰۲۷
$\pi_{R_e}$	۷۵۴۷	۷۵۷۱	۷۶۱۷	۷۶۵۲	۷۶۹۰	۷۷۳۱	۷۷۳۷	۷۷۸۳	۷۸۰۸	۷۸۳۲	۷۸۵۷
$\pi_M$	۱۴۲۹۵۰	۱۴۳۰۹۲	۱۴۳۲۳۰	۱۴۳۳۲۷	۱۴۳۴۳۳	۱۴۳۵۴۲	۱۴۳۵۵۷	۱۴۳۶۷۰	۱۴۳۷۳۲	۱۴۳۷۹۰	۱۴۳۸۴۷
$p_i$	۸۴۲	۸۳۹	۸۳۷	۸۳۵	۸۳۳	۸۳۱	۸۳۰	۸۲۸	۸۲۷	۸۲۶	۸۲۴
$p_e$	۸۵۶	۸۵۴	۸۵۲	۸۵۰	۸۴۸	۸۴۷	۸۴۶	۸۴۴	۸۴۳	۸۴۲	۸۴۱
$\theta$	۳.۰۷٪	۳.۲۵٪	۳.۳۴٪	۳.۴۰٪	۳.۴۷٪	۳.۵۵٪	۳.۵۶٪	۳.۶۴٪	۳.۶۹٪	۳.۷۴٪	۳.۷۸٪

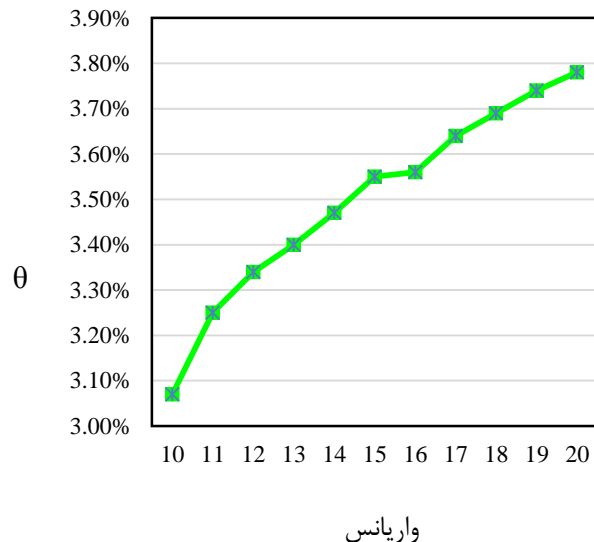
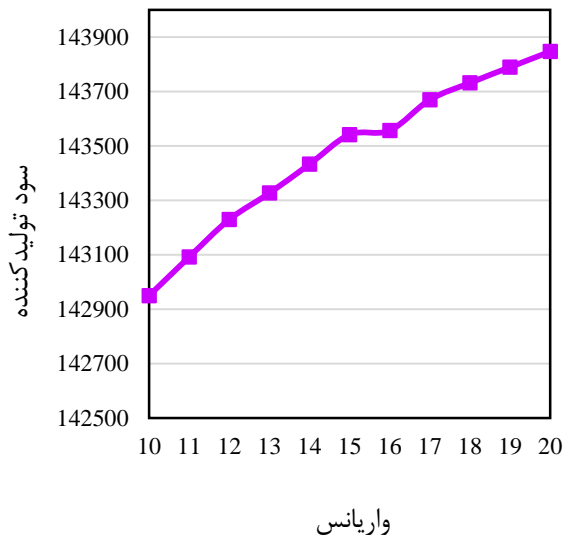


واریانس



واریانس

شکل (۵): تغییرات قیمت و سود خرده‌فروش‌ها با تغییر  $\sigma_e^2$



شکل (۶): تغییرات سود تولیدکننده و  $\theta$  با تغییر  $\sigma_e^2$

$\theta$  نیز می‌گردد.

بر اساس داده‌های جدول (۹) و

شکل (۵) مشاهده می‌گردد که با افزایش  $\sigma_e^2$ ، علی‌رغم کاهش قیمت خرده‌فروش‌ها، سود هر دو خرده‌فروش افزایش می‌یابد. همچنین شکل (۶) نشان می‌دهد که با افزایش  $\sigma_e^2$ ، سود تولیدکننده افزایش و در نتیجه  $\theta$  نیز افزایش می‌یابد.

#### ۷- مقایسه و تحلیل سناریوها

قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد می‌تواند به‌عنوان مکانیزم انگیزشی برای به اشتراک‌گذاری درست اطلاعات و همچنین عدم‌نشت اطلاعات مورد توجه قرار گیرد. در این مقاله قیمت‌گذاری، درصد مقدار بهینه درآمد به اشتراک گذاشته شده و سایر تصمیمات، تحت سناریوهای مختلفی از اشتراک و نشت اطلاعات در یک زنجیره تأمین دوسطحی با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش تعیین گردید. فرض بر این است که یکی از خرده‌فروش‌ها اطلاعات دقیق‌تری از تقاضای بازار داشته و به‌دلیل ترس از نشت اطلاعات خود توسط تولیدکننده به خرده‌فروش دیگر، حاضر به آشکارسازی اطلاعات خود نمی‌باشد؛ بنابراین تولیدکننده تصمیم می‌گیرد تا قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد را پیشنهاد دهد تا خرده‌فروش را به آشکارسازی اطلاعات خود تشویق کند. برای بررسی اثربخشی قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد، ۵ سناریو مختلف تعریف و مدل‌سازی شده است که در ادامه به تحلیل سناریوها از دو منظر قیمت‌گذاری در هر سناریو و اثرات مربوط به قرارداد به اشتراک‌گذاری به‌عنوان مکانیزم انگیزشی و نشت اطلاعات می‌پردازیم. ابتدا به تحلیل روابط میان قیمت‌های خرده‌فروش‌ها در هر سناریو پرداخته می‌شود.

• **اشتراک اطلاعات درست بین تولیدکننده و خرده‌فروش I**  
در این حالت قیمت هر خرده‌فروش وابسته به پیش‌بینی او از تقاضای

#### ۶- تحلیل حساسیت

در این بخش ابتدا تحلیل حساسیت روی پارامتر  $\sigma_0^2$  صورت گرفته و به همین منظور  $\sigma_i^2 = 10$  و  $\sigma_e^2 = 20$  ثابت فرض می‌شود. سپس  $\sigma_0^2 = 15$  و  $\sigma_e^2 = 20$  ثابت فرض شده و تحلیل حساسیت روی  $\sigma_i^2$  انجام می‌گیرد. در نهایت نیز تحلیل حساسیت پارامتر  $\sigma_e^2$  با ثابت فرض شدن پارامترهای  $\sigma_0^2 = 15$  و  $\sigma_i^2 = 10$  صورت می‌گیرد. نتایج هر سه مورد به‌ترتیب در جداول (۷) تا (۹) و شکل‌های (۱) تا (۳) نشان داده شده است.

با توجه به نتایج جدول (۷) و شکل‌های (۱) و (۲) واضح است که با افزایش  $\sigma_0^2$  سود دو خرده‌فروش و همچنین تولیدکننده افزایش می‌یابد؛ بنابراین افزایش واریانس بخش غیرقطعی تقاضا به نفع اعضای زنجیره تأمین می‌باشد. علاوه بر این از شکل (۲) مشخص است که با افزایش واریانس،  $\theta$  نیز افزایش می‌یابد که این موضوع افزایش سود خرده‌فروش‌ها را علی‌رغم کاهش قیمت آن‌ها، توجیه‌پذیر می‌سازد؛ اما بررسی‌های بیشتر حاکی از آن می‌باشد که افزایش واریانس تا حدی قابل قبول به نفع بازیکنان و پس از آن به ضرر آن‌ها می‌باشد. شکل (۲) نیز نشان می‌دهد که با افزایش  $\sigma_0^2$  سود تولیدکننده همواره افزایش یافته و  $\theta$  همواره کاهش می‌یابد.

نتایج جدول (۸) و همچنین شکل‌های (۳) و (۴) نشان می‌دهد که با افزایش  $\sigma_i^2$ ، سود تولیدکننده، قیمت و سود خرده‌فروش‌ها کاهش می‌یابد. این نتیجه کاملاً منطقی است زیرا افزایش واریانس خطای پیش‌بینی خرده‌فروش  $i$  یا به عبارتی افزایش پراکندگی پیش‌بینی‌ها و دور بودن مقادیر پیش‌بینی از متوسط پیش‌بینی‌ها، سود تمام اعضای زنجیره تأمین را کاهش می‌دهد. علاوه بر این شکل (۴) نشان می‌دهد که با افزایش واریانس تا عدد ۱۳،  $\theta$  افزایش یافته و در ادامه هرچه واریانس پیش‌بینی تقاضا بیشتر می‌گردد  $\theta$  نیز به میزان بیشتری کاهش می‌یابد. در واقع کاهش سود تولیدکننده منجر به کاهش متغیر

بنابراین قیمت خرده‌فروش  $e$  کمتر از قیمت خرده‌فروش  $i$  اعلام می‌شود.

• **نشت اطلاعات نادرست بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $i$**

در این حالت خرده‌فروش  $e$  بر اساس اطلاعات نادرست خرده‌فروش  $i$  (بیشتر از تقاضای واقعی) قیمت خود را تعیین می‌کند.

اثبات:

$$E[\alpha|f_i] < E[\alpha|f_i^+] \quad (59)$$

$$4(\beta - \gamma)E[\alpha|f_i] < 4(\beta - \gamma)E[\alpha|f_i^+] \quad (60)$$

$$(5\beta - 4\gamma)E[\alpha|f_i] + \beta E[\alpha|f_i^+] < \beta E[\alpha|f_i] + (5\beta - 4\gamma)E[\alpha|f_i^+] \quad (61)$$

$$(5\beta - 4\gamma)E[\alpha|f_i] + \beta E[\alpha|f_i^+] < \frac{4(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}{2\beta(\beta - \gamma)c} + \frac{4(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}{(5\beta - 4\gamma)E[\alpha|f_i^+] + \beta E[\alpha|f_i]} \quad (62)$$

$$p_i^{FIL} < p_e^{FIL} \quad (63)$$

بنابراین قیمت خرده‌فروش  $e$  بیشتر از قیمت خرده‌فروش  $i$  اعلام می‌شود.

تحلیل اثرات مربوط به قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد به‌عنوان مکانیزم انگیزشی و نشت اطلاعات به‌صورت درست یا نادرست براساس نتایج حاصل از جدول (۶) به صورت زیر می‌باشند.

- نشت اطلاعات توسط تولیدکننده موجب افزایش سود او شده و تولیدکننده را به نشت اطلاعات ترغیب می‌کند.
- نتایج حاصل از اشتراک اطلاعات نادرست (خرده‌فروش به‌دلیل نشت اطلاعات او توسط تولیدکننده، قصد به اشتراک‌گذاری اطلاعات نادرست، به تولیدکننده را داشته باشد) به ضرر کل اعضای زنجیره تأمین است.
- استفاده از قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد مؤثر بوده و سود تولیدکننده و خرده‌فروش آگاه‌تر را نسبت به حالت‌های اشتراک اطلاعات درست، نشت اطلاعات درست و نشت اطلاعات نادرست افزایش داده است.

- سود خرده‌فروشی که اطلاعات دقیق‌تری از تقاضا دارد، تحت قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد بیشتر از سایر حالت‌ها است. در نتیجه خرده‌فروش دیگر قطعاً قرارداد هماهنگی را خواهد پذیرفت. این قرارداد انگیزه تولیدکننده را برای نشت اطلاعات از بین برده و خرده‌فروش را به اشتراک درست اطلاعات تشویق خواهد کرد. براساس قرارداد، تولیدکننده متعهد می‌گردد که بخشی از درآمد خود را در اختیار خرده‌فروش آگاه‌تر قرار دهد و خرده‌فروش نیز اطلاعات خود را به‌درستی برای تولیدکننده و خرده‌فروش دیگر آشکار سازد؛ بنابراین تحت قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد، اعضای زنجیره تأمین به‌صورت هماهنگ باهم عمل نموده و منافع تمام اعضا حاصل می‌گردد.

بازار می‌باشد. به‌طوری‌که هر خرده‌فروشی که پیش‌بینی بیشتری از تقاضا داشته باشد (خرده‌فروش انتظار تقاضای بیشتری داشته، بنابراین قیمت فروش خود را افزایش می‌دهد)، قیمت بالاتری را اعلام می‌کند.

اثبات:

فرض کنید خرده‌فروش  $i$  نسبت به خرده‌فروش  $e$  پیش‌بینی بیشتری را از تقاضای بازار داشته باشد بنابراین:

$$E[\alpha|f_i] > E[\alpha|f_e] \quad (47)$$

$$4(\beta - \gamma)E[\alpha|f_i] > 4(\beta - \gamma)E[\alpha|f_e] \quad (48)$$

$$(5\beta - 4\gamma)E[\alpha|f_i] + \beta E[\alpha|f_e] > (5\beta - 4\gamma)E[\alpha|f_e] + \beta E[\alpha|f_i] \quad (49)$$

$$(5\beta - 4\gamma)E[\alpha|f_i] + \beta E[\alpha|f_e] + 2\beta(\beta - \gamma)c > \frac{4(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}{(5\beta - 4\gamma)E[\alpha|f_e] + \beta E[\alpha|f_i] + 2\beta(\beta - \gamma)c} \quad (50)$$

$$p_i^{TIS} > p_e^{TIS} \quad (51)$$

بنابراین با توجه به شرایط بازار و پیش‌بینی هر یک از خرده‌فروش ها، قیمت دو خرده‌فروش می‌تواند بیشتر، کمتر و یا برابر باشد.

• **نشت اطلاعات درست بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $e$**

در این حالت خرده‌فروش  $e$  قیمت خود را براساس پیش‌بینی خرده‌فروش  $i$  (نشت اطلاعات پیش‌بینی خرده‌فروش  $i$  از طریق تولیدکننده به خرده‌فروش  $e$ ) از تقاضای بازار تعیین می‌کند؛ بنابراین قیمت دو خرده‌فروش یکسان اعلام می‌شود.

اثبات:

روابط ریاضی به‌دست‌آمده برای قیمت دو خرده‌فروش برابر است.

$$\frac{(3\beta - 2\gamma)E[\alpha|f_i] + \beta(\beta - \gamma)c}{2(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)} \quad (52)$$

$$= \frac{(3\beta - 2\gamma)E[\alpha|f_i] + \beta(\beta - \gamma)c}{2(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)} \quad (53)$$

• **اشتراک اطلاعات نادرست بین تولیدکننده و خرده‌فروش  $i$**

در این حالت خرده‌فروش  $e$  بر اساس اطلاعات نادرست خرده‌فروش  $i$  (کمتر از تقاضای واقعی) قیمت خود را تعیین می‌کند.

اثبات:

$$E[\alpha|f_i] > E[\alpha|f_i^-] \quad (54)$$

$$4\beta(\beta - \gamma)E[\alpha|f_i] > 4\beta(\beta - \gamma)E[\alpha|f_i^-] \quad (55)$$

$$\beta(3\beta - \gamma)E[\alpha|f_i^-] + 3\beta(\beta - \gamma)E[\alpha|f_i] > \beta(7\beta - 5\gamma)E[\alpha|f_i^-] - \beta(\beta - \gamma)E[\alpha|f_i] \quad (56)$$

$$2\beta^2(\beta - \gamma)c > \frac{4\beta(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}{\beta(3\beta - \gamma)E[\alpha|f_i^-] + 3\beta(\beta - \gamma)E[\alpha|f_i]} + \frac{4\beta(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}{2\beta^2(\beta - \gamma)c} \quad (57)$$

$$> \frac{4\beta(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}{\beta(7\beta - 5\gamma)E[\alpha|f_i^-] - \beta(\beta - \gamma)E[\alpha|f_i]} + \frac{4\beta(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)}{4\beta(\beta - \gamma)(2\beta - \gamma)} \quad (58)$$

$$p_i^{FIL} > p_e^{FIL}$$

## ۸- نتیجه‌گیری

اگرچه به اشتراک‌گذاری اطلاعات در زنجیره تأمین می‌تواند موجب افزایش کارایی گردد، اما شرکت‌های مستقل با اطلاعات خصوصی اغلب به دلیل عدم هماهنگی و اعتماد، تمایلی به اشتراک اطلاعات خصوصی خود ندارند. در این مقاله به اشتراک‌گذاری اطلاعات پیش‌بینی تقاضا در یک زنجیره تأمین دو سطحی با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش رقیب مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی سناریوهای مختلف اشتراک اطلاعات درست و نادرست و همچنین نشت اطلاعات درست و نادرست حاکی از آن است که اگرچه نشت اطلاعات توسط تولیدکننده منجر به افزایش سود اعضای زنجیره تأمین می‌گردد اما موجب بی‌اعتمادی بین اعضا شده و اشتراک اطلاعات نادرست را از سوی خرده‌فروشی که اطلاعات دقیق‌تری از تقاضا دارد، در پی دارد. همچنین اشتراک اطلاعات نادرست از سوی خرده‌فروش به نفع خود خرده‌فروش و به ضرر تولیدکننده می‌باشد. به علاوه در صورتی که تولیدکننده از قرارداد به اشتراک‌گذاری درآمد به عنوان یک مکانیزم انگیزشی استفاده کند، می‌تواند خرده‌فروشی که اطلاعات دقیق‌تری از تقاضا دارد را به اشتراک اطلاعات درست بین خود و خرده‌فروش دیگر تشویق کند. بنابراین تولیدکننده نیز انگیزه و دلیلی برای نشت اطلاعات نداشته و طرفین بازی می‌توانند با هماهنگی و اعتماد کامل در به اشتراک‌گذاری اطلاعات شرکت کرده و منافع خود را تأمین کنند.

پیشنهادهایی که برای پژوهش‌های آینده می‌توان در نظر گرفت عبارتند از در نظر گرفتن سایر هزینه‌ها نظیر هزینه حمل‌ونقل و نگهداری که یکی از خرده‌فروش‌ها از آن بی‌اطلاع بوده و تولیدکننده نشت اطلاعات هر یک را به صورت تدریجی و احتمالی آشکار می‌سازد. محصول در نظر گرفته شده در مقاله کالایی معمولی بوده که می‌تواند کالاهای نظامی در نظر گرفته شود که نشت این اطلاعات هزینه‌های ملی را نیز در بر خواهد داشت. همچنین می‌توان مکانیزم‌های انگیزشی دیگری نظیر به اشتراک‌گذاری هزینه‌ها را برای جلوگیری از نشت و اشتراک اطلاعات نادرست، مورد مطالعه قرار داد.

## پیوست:

برای اثبات بهینه بودن جواب‌ها از مشتق دوم تابع سود استفاده کرده و نشان می‌دهیم که تابع سود مقعر می‌باشد. تابع سود خرده‌فروش  $i$  برابر است با:

$$\pi_{R_i}^{TIS} = (p_i - w)(E[\alpha|f_i] - \beta p_i + \gamma p_e) \quad (64)$$

مشتقات جزئی مرتبه اول و مرتبه دوم برابر است با:

$$\frac{\partial \pi_{R_i}^{TIS}}{\partial p_i} = E[\alpha|f_i] - 2\beta p_i + \gamma p_e + \beta w \quad (65)$$

$$\frac{\partial^2 \pi_{R_i}^{TIS}}{\partial p_i^2} = -2\beta \quad (66)$$

از آنجایی که  $\partial^2 \pi_{R_e}^{TIS} / \partial p_e^2 = \partial^2 \pi_{R_i}^{TIS} / \partial p_i^2 = -2\beta$  و  $-2\beta$  است، تابع سود هر دو خرده‌فروش مقعر بوده و قیمت‌های خرده‌فروشی حاصل شده بهینه می‌باشد.

همچنین تابع سود تولیدکننده برابر است با:

$$\pi_M^{TIS} = \frac{(w - c)}{(2\beta - \gamma)} [\beta(E[\alpha|f_i] + E[\alpha|f_e])] - 2\beta(\beta - \gamma)w \quad (67)$$

مشتقات جزئی مرتبه اول و دوم برابر است با:

$$\frac{\partial \pi_M^{TIS}}{\partial w} = \frac{[\beta(E[\alpha|f_i] + E[\alpha|f_e])]}{(2\beta - \gamma)} - \frac{2\beta(\beta - \gamma)(2w - c)}{(2\beta - \gamma)} \quad (68)$$

$$\frac{\partial^2 \pi_M^{TIS}}{\partial w^2} = -\frac{4\beta(\beta - \gamma)}{(2\beta - \gamma)} \quad (69)$$

از آنجایی که  $\partial^2 \pi_M^{TIS} / \partial w^2 < 0$  تابع سود تولیدکننده مقعر بوده و قیمت عمده‌فروشی تعیین شده بهینه می‌باشد.

## مراجع

- [1] Yao, D.-Q., Yue, X., Liu, J., (2008). "Vertical cost information sharing in a supply chain with value-adding retailers", *Omega*. 36(5): 838-851.
- [2] Zhang, W.-G., Fu, J., Li, H., Xu, W., (2012). "Coordination of supply chain with a revenue-sharing contract under demand disruptions when retailers compete", *International Journal of Production Economics*. 138(1): 68-75.
- [3] Giri, B., Sharma, S., (2014). "Manufacturer's pricing strategy in a two-level supply chain with competing retailers and advertising cost dependent demand", *Economic Modelling*. 38(102-111).
- [4] He, X., Krishnamoorthy, A., Prasad, A., Sethi, S.P., (2011). "Retail competition and cooperative advertising", *Operations Research Letters*. 39(1): 11-16.
- [5] Liu, B., Ma, X., Zhang, R., (2014). "Joint decision on pricing and advertising for competing retailers under emergency purchasing", *Economic Modelling*. 39(257-264).
- [6] Yue, X., Liu, J., (2006). "Demand forecast sharing in a dual-channel supply chain", *European Journal of Operational Research*. 174(1): 646-667.
- [7] Qian, Y., Chen, J., Miao, L., Zhang, J., (2012). "Information sharing in a competitive supply chain with capacity constraint", *Flexible Services and Manufacturing Journal*. 24(4): 549-574.
- [8] Wu, J., Iyer, A., Preckel, P.V., Zhai, X., (2012). "Information sharing across multiple buyers in a supply chain", *Asia-Pacific Journal of Operational Research*. 29(01).
- [9] Liu, H., Sun, S., Lei, M., Leong, G.K., Deng, H., (2016). "Research on Cost Information Sharing and Channel Choice in a Dual-Channel Supply Chain", *Mathematical Problems in Engineering*. 2016(10).
- [10] Bian, W., Shang, J., Zhang, J., (2016). "Two-way information sharing under supply chain competition", *International Journal of Production Economics*. 178: 82-94.
- [11] Ha, A.Y., Tian, Q., Tong, S., (2017). "Information Sharing in Competing Supply Chains with Production Cost Reduction", *Manufacturing & Service Operations Management*. 19(2): 246-262.

- economic theory. 34(1): 71-94.
- [29] Gal-Or, E., (1985). "Information sharing in oligopoly", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 329-343.
- [30] Raju, J.S., Roy, A., (2000). "Market information and firm performance", *Management science*. 46(8): 1075-1084.
- [31] Li, L. (2002). "Information sharing in a supply chain with horizontal competition", *Management Science*. 48(9): 1196-1212.
- [32] Winkler, R.L. (1981). "Combining probability distributions from dependent information sources", *Management Science*. 27(4): 479-488.
- [33] Osborne, M.J., *An introduction to game theory*. Vol. 3. 2004: Oxford university press New York.
- [۲۳] ابراهیمی‌نسب، ح.، حیدری، ج.، طالع‌زاده، ع. (۲۰۱۷). "هماهنگ سازی سیاست‌های سفارش‌دهی و تولید در مدل روزنامه‌فروش دوسطحی تحت قرارداد انعطاف مقداری"، نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، ۴(۸): ۱۱۹-۱۳۴.
- [12] Setak, M., Ahar, H.K., Alaei, S., (2017). "Incentive mechanism based on cooperative advertising for cost information sharing in a supply chain with competing retailers", *Journal of Industrial Engineering International*, 1-16.
- [13] Setak, M., Kafshian Ahar, H., Alaei, S., (2017). "Coordination of Information Sharing and Cooperative Advertising in a Decentralized Supply Chain with Competing Retailers Considering Free Riding Behavior", *Journal of Industrial and Systems Engineering*. 10(2): 0-0.
- [14] Mishra, B.K., Raghunathan, S., Yue, X., (2007). "Information sharing in supply chains: Incentives for information distortion", *IIE Transactions*. 39(9): 863-877.
- [15] Li, L., Zhang, H., (2008). "Confidentiality and information sharing in supply chain coordination", *Management Science*. 54(8): 1467-1481.
- [16] Kong, G., Rajagopalan, S., Zhang, H., (2013). "Revenue sharing and information leakage in a supply chain", *Management Science*. 59(3): 556-572.
- [17] Chen, Y., Özer, Ö. (2016). "Supply chain contracts that prevent information leakage".
- [18] Cachon, G.P., (2003). "Supply chain coordination with contracts", *Handbooks in operations research and management science*. 11(227-339).
- [19] Cachon, G.P., Lariviere, M.A. (2005). "Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: strengths and limitations", *Management science*. 51(1): 30-44.
- [20] Yao, Z., Leung, S.C., Lai, K.K., (2008). "Manufacturer's revenue-sharing contract and retail competition", *European Journal of Operational Research*. 186(2): 637-651.
- [21] Zhang, J., Chen, J., (2013). "Coordination of information sharing in a supply chain", *International Journal of Production Economics*. 143(1): 178-187.
- [22] Saha, S., Goyal, S., (2015). "Supply chain coordination contracts with inventory level and retail price dependent demand", *International Journal of Production Economics*. 161(140-152).
- [24] Liu, H., Özer, Ö., (2010). "Channel incentives in sharing new product demand information and robust contracts", *European Journal of Operational Research*. 207(3): 1341-1349.
- [25] Zhu, X., Mukhopadhyay, S.K., Yue, X., (2011). "Role of forecast effort on supply chain profitability under various information sharing scenarios", *International Journal of Production Economics*. 129(2): 284-291.
- [26] Ai, X., Chen, J., Ma, J., (2012). "Contracting with demand uncertainty under supply chain competition", *Annals of Operations Research*. 201(1): 17-38.
- [27] Lei, M., Liu, H., Deng, H., Huang, T., Leong, G.K., (2014). "Demand information sharing and channel choice in a dual-channel supply chain with multiple retailers", *International Journal of Production Research*. 52(22): 6792-6818.
- [28] Vives, X. (1984). "Duopoly information equilibrium: Cournot and Bertrand", *Journal of*



DOI: 10.22084/ier.2019.14110.1642

## Information Sharing, Information Leakage and Information Distortion in a Decentralized supply Chain With one Manufacturer and Two Competing Retailers

M. Esmaeili<sup>1\*</sup>, H. Kafshian Ahar<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Department of Engineering, Alzahra University, Tehran, Iran

### ARTICLE INFO

#### *Article history:*

Received 8 July 2018

Accepted 24 June 2019

#### *Keywords:*

Information sharing  
Information leakage  
Information distortion  
Revenue sharing  
Game theory Mathematical modelling

### ABSTRACT

Decision-making based on inaccurate information or in the absence of information can result in irreparable damages. Hence, this paper examines the impact of the revenue sharing contract on information sharing and information leakage in a supply chain with one manufacturer and two competing retailers. One of the retailers has more detailed information about the forecast of uncertain demand and can share it with the manufacturer. The manufacturer may also share the information send by the retailer having more accurate information to the other one in order to gain higher profits (information leakage). Therefore, the informed retailer may share his private information with the manufacturer inaccurately. As such, the manufacturer uses a revenue sharing contract to encourage the more informed retailer to release his private information truthfully to the manufacturer and the other retailer. The results show that although the information leakage by the manufacturer increases his profit, the informed retailer encourages to share incorrect information which is harmful to the manufacturer. Besides, the sensitive analysis reveals that under revenue sharing contract, the retailer with more accurate information about the uncertain demand will share its information truthfully to the manufacturer and other retailer, which makes coordination among the member of the supply chain which increases the profit of the whole supply chain.

\* Corresponding author. M. Esmaeili  
Tel.: 021-88042014; E-mail address: [esmaeili\\_m@alzahra.ac.ir](mailto:esmaeili_m@alzahra.ac.ir)