

# رویکرد نظریه‌ی بازی برای قیمت‌گذاری محصول در یک زنجیره‌ی تأمین دوسطحی با در نظر گرفتن تخفیف‌های مقداری و سیاست بازگشت

محمد رضا قاسمی (دانشجوی کارشناسی ارشد)

مرتضی راستی بزرگی\* (دانشیار)

حمید زارعی (دانشجوی دکتری)

دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان

مهندسی صنایع و مدیریت شریف، تابستان ۱۳۹۹ (دوره ۱، شماره ۱/۱، ص. ۲۹-۳۹)

این مقاله همکاری یک تأمین‌کننده و یک خرده‌فروش را بررسی می‌کند. بازیکنان با تصمیمات موجودی، قیمت‌گذاری و تخفیف‌های مقداری مواجه هستند. ابتدا مسئله را در حالتی که تأمین‌کننده تخفیفی به خرده‌فروش نمی‌دهد، بررسی می‌کنیم. سپس حالتی را در نظر می‌گیریم که تأمین‌کننده بر روی قیمت خرید خرده‌فروش تخفیفی اعمال می‌کند. در ادامه یک بازی قیمت‌گذاری ارائه می‌شود؛ جایی که خرده‌فروش مقدار بهینه‌ی تخفیف خود به مشتریان را مشخص می‌کند و نهایتاً مدل با در نظر گرفتن هزینه‌های ثابت و متغیر حمل‌ونقل تجزیه و تحلیل می‌شود. در مسائل بررسی شده مشتری نهایی در صورت عدم رضایت از محصول آن را به خرده‌فروش با قیمتی متفاوت برمی‌گرداند و خرده‌فروش محصول بازگشتی را با قیمتی جدید در بازاری ثانویه می‌فروشد. نتایج نشان می‌دهد هماهنگی میان اعضای زنجیره‌ی تأمین با استفاده از تخفیف‌های مقداری سود تأمین‌کننده و خرده‌فروش را به‌طور چشم‌گیری بهبود می‌دهد.

واژگان کلیدی: قیمت‌گذاری، موجودی، تخفیف‌های مقداری، نرخ بازگشت، نظریه‌ی بازی.

## ۱. مقدمه

سفارش اقتصادی (EOQ)<sup>۱</sup> برای تعیین مقدار بهینه سفارش استفاده می‌کنند. در این مدل فرض می‌شود که شرکت‌ها در حال حاضر یک رابطه‌ی تجاری دارند و از این رو هدف تأمین‌کننده دست‌یابی به هزینه‌های بهره‌وری از طریق استفاده از روش‌های هماهنگی، مثلاً تخفیف‌های مقداری، است. در این مقاله برای مدل موجودی مورد نظر، فرض شده است که مشتریان در صورت عدم رضایت از محصول می‌توانند محصول را به خرده‌فروش بازگردانند. همچنین در این مقاله برای اولین بار تقاضا به‌گونه‌ی تعیین شده است که مقدار آن وابسته به کیفیت درک‌شده توسط مشتری خواهد بود و مقدار بازگشتی نیز وابسته به تقاضای سالانه‌ی محصول است. یک سناریو که در آن رهبر مذاکرات فروشنده است در نظر گرفته شده است. فروشنده به دنبال توافقی برای تخفیف بهینه با خرده‌فروش است. در این پژوهش فرض شده است که تخفیف تأمین‌کننده باعث می‌شود خرده‌فروش در عوض، قیمت نهایی را برای مشتری به همان شیوه کاهش دهد؛ در نتیجه تقاضای کل افزایش پیدا خواهد کرد. فرض دوم، استفاده از راهبردهای قیمت‌گذاری مبتنی بر هزینه‌هاست که در حقیقت در میان روش‌های قیمت‌گذاری به‌طور گسترده‌ی در صنعت استفاده می‌شود.

با توجه به موارد ذکر شده این مقاله به سؤالات زیر پاسخ می‌دهد.

زنجیره‌ی تأمین مجموعه‌ی از شرکت‌هایی است که روند انتقال مواد خام را به محصولات نهایی مدیریت می‌کند، سپس آنها را توزیع می‌کند و به مصرف‌کننده‌ی نهایی می‌فروشد.<sup>[۱]</sup> فرایند تصمیم‌گیری در زنجیره‌ی تأمین می‌تواند به‌صورت متمرکز یا غیرمتمرکز باشد. اولی زمانی اتفاق می‌افتد که تصمیم‌گیری در داخل زنجیره‌ی به‌طور مرکزی انجام می‌شود و دومی زمانی است که تصمیم‌گیری میان نهادها تقسیم می‌شود.<sup>[۲]</sup> امروزه اکثر زنجیره‌های تأمین از نوع دوم‌اند که اغلب متعلق به چندین شرکت هستند. برای جلوگیری از برخی چالش‌های ناشی از ماهیت متضاد اهداف در این شرکت‌های رقیب، می‌توان سازوکار هماهنگی را ایجاد کرد. این مقاله در باره‌ی هماهنگی بین تأمین‌کننده و خرده‌فروش با استفاده از تخفیف‌های مقداری و با در نظر گرفتن نرخ بازگشت است.

در این مقاله، هماهنگی بین یک خرده‌فروش و یک تأمین‌کننده، در یک زنجیره‌ی تأمین دوسطحی غیرمتمرکز تجزیه و تحلیل می‌شود. خرده‌فروش و تأمین‌کننده از مدل

\* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۳۹۷/۸/۱، اصلاحیه ۱۳۹۸/۲/۹، پذیرش ۱۳۹۸/۲/۲۹

DOI:10.24200/J65.2019.51905.1928

۱. در زمانی که تأمین‌کننده به‌عنوان رهبر عمل می‌کند و طرفین موجودی خود را بر همین اساس هماهنگ می‌کنند، جواب‌های مسئله به چه صورت خواهد بود؟
۲. پارامترهای مختلف مسئله به چه صورت بر روی مقدار تخفیفی که تأمین‌کننده تنظیم می‌کند، تأثیر می‌گذارد؟
۳. وقتی تأمین‌کننده تخفیفی را اعمال می‌کند، عایدی خریده‌فروش و تأمین‌کننده چگونه تغییر خواهد کرد و این تخفیفات باید چگونه باشد؟

ادامه‌ی این مقاله به شرح زیر است: در بخش ۲ مطالعات انجام شده تاکنون در این زمینه بررسی می‌شود. سپس در بخش ۳ به توضیح مدل و حل آن پرداخته می‌شود. در بخش ۴ نتایج عددی بررسی و تجزیه و تحلیل خواهد شد و در انتها در قسمت ۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای گسترش مقاله آورده شده است.

## ۲. مرور پیشینه

امروزه هماهنگی بین تصمیمات اعضای زنجیره‌ی تأمین بسیار اهمیت دارد. بیشتر مقالاتی که هماهنگی بین تصمیمات اعضا را بررسی کرده‌اند، به این نتیجه رسیده‌اند که هماهنگی تصمیمات، سود کل سیستم و سود هر کدام از اعضا را ممکن است افزایش دهد. راهبردهای هماهنگی خریده‌فروش و تأمین‌کننده در سه دهه‌ی گذشته به‌طور گسترده بررسی شده است. مثلاً به مقاله‌های گویال و سارما و همکاران<sup>[۴]</sup> ارجاع داده می‌شود.

چیانگ و همکاران<sup>[۵]</sup> یک مسئله‌ی دوسطحی فروشندگان و خریده‌فروش را از طریق یک مدل نظریه‌ی بازی با توجه به محدودیت‌های بودجه در طرف خریده‌فروش و تقاضای ثابت، تحلیل می‌کنند. آنها از مزایای همکاری و مشخص کردن راه حل‌های کارآمد پارتو بهره می‌گیرند و نشان می‌دهند که تصمیم‌گیری متمرکز برای کل سیستم بهتر از رویکرد رقابتی است. اباد<sup>[۶]</sup> دو مدل مختلف را بر اساس بازی‌های چانه‌زنی با توجه به اشتراک سود و کلیه‌ی تخفیف‌های واحد و در نظر گرفتن سناریوهای متمرکز و غیرمتمرکز تهیه می‌کند. کین و همکاران<sup>[۷]</sup> سناریوی مشابهی را با در نظر گرفتن تخفیف‌های حجمی بررسی می‌کنند. اسماعیلی و همکاران<sup>[۸]</sup> این مسئله را با در نظر گرفتن هزینه‌های بازاریابی مدنظر قرار می‌دهند. کی و بوکیندر<sup>[۹]</sup> مدل چیانگ و همکاران<sup>[۵]</sup> را با ارائه‌ی یک تقاضای حساس به قیمت و به دست آوردن راهبردهای مطلوب با رویکردهای همکاری و عدم همکاری، گسترش دادند. به‌طور مشابه چو و لئون<sup>[۱۰]</sup> و کربت و گروت<sup>[۱۱]</sup> با این فرض که اطلاعات کاملی بین بازیکنان وجود ندارد، یک برنامه‌ی تخفیف مشترک بین فروشنده و خریده‌فروش ایجاد می‌کنند. از سوی دیگر، شین و بنتون<sup>[۱۲]</sup> یک مدل ریسک خریده‌فروش را برای مسئله‌ی با یک فروشنده و یک خریده‌فروش پیشنهاد دادند. جایی که فرض شده است که خریده‌فروش تمایل دارد مقادیر سفارش خود را حفظ کند؛ بنابراین تأمین‌کننده قصد دارد به‌منظور تعیین سفارش‌های بیشتر، انگیزه‌ی خریده‌فروش را با یک سناریوی تقاضای نامعلوم افزایش دهد. سارما و همکاران<sup>[۱۳]</sup> سازوکار هماهنگی متفاوت بین یک خریده‌فروش و یک فروشنده را با توجه به گزینه‌های پرداخت نسبی به‌عنوان راهبردی برای اشتراک‌گذاری سود پیشنهاد می‌دهند. ساها و گویال<sup>[۱۴]</sup> استفاده از قراردادهای مختلف یعنی تخفیف‌های عمده‌فروشی، قراردادهای تخفیف و قراردادهای به اشتراک‌گذاری هزینه را برای هماهنگی تأمین‌کننده و خریده‌فروش ارزیابی کردند. زارعی و همکاران<sup>[۱۵]</sup> به هماهنگی سیاست‌های قیمت‌گذاری و تعیین میزان تبلیغات مشارکتی با در نظر گرفتن هزینه‌های موجودی در یک زنجیره‌ی تأمین دوسطحی شامل یک تولیدکننده و یک خریده‌فروش با تقاضای وابسته به قیمت‌گذاری و تبلیغات مشارکتی پرداخته‌اند.

ونگ<sup>[۱۶]</sup> یک تأمین‌کننده را در نظر می‌گیرد که سفارش‌ها را از یک گروه خریده‌فروشان همگن می‌پذیرد. کاپون و لاریوبر<sup>[۱۷]</sup> نیز راهکارهای به اشتراک‌گذاری سود را بررسی می‌کنند؛ اما به‌جای این‌که آن‌ها را با تخفیف‌های مقداری ترکیب کنند، هر دو رویکرد را به‌طور جداگانه مقایسه می‌کنند و نتیجه می‌گیرند که بسته به میزان حساسیت تقاضا تقسیم سود چگونه انجام می‌شود. با توجه به تفاوت بین بازیکنان، ساختار تخفیف سنتی ممکن است به اندازه‌ی کافی برای بهینه‌سازی کل سود زنجیره‌ی تأمین کارآمد نباشد؛ همان‌طور که چن و همکاران<sup>[۱۸]</sup> و ساوسن و همکاران<sup>[۱۹]</sup> مسئله‌ی را تحلیل می‌کنند که در آن یک تأمین‌کننده فقط به مجموعه‌ی خریده‌فروشان اجازه می‌دهد که سیاست‌های خرید را مشخص کنند. هماهنگی بین تأمین‌کننده و خریده‌فروشان از طریق استفاده از تخفیف‌های مقداری و تأخیر در پرداخت انجام می‌شود و سیاست‌های بهینه برای هر بازیکن با توجه به برنامه‌های تخفیف معین می‌شود. به همین ترتیب، وانگ و وانگ<sup>[۲۰]</sup> هماهنگی بین یک تأمین‌کننده و چندین خریده‌فروش را با رویکرد نظریه‌ی بازی با توجه به تقاضای حساس به قیمت و به دست آوردن راهبرد مطلوب تأمین‌کننده به‌عنوان رهبر بازی تعادلی استکلبرگ تحلیل می‌کنند. لی و همکاران<sup>[۲۱]</sup> هماهنگی زنجیره‌ی تأمین را با استفاده از تخفیف، ترکیب وسایل حمل‌ونقل و هزینه‌ی حمل‌ونقل مربوطه بررسی می‌کنند و به بررسی تفاوت‌های حالتی که فقط خریده‌فروش و تأمین‌کننده وجود دارد با حالتی که بخش سومی به‌عنوان حمل‌کننده‌ی سفارش‌ها در زنجیره‌ی تأمین وجود دارد می‌پردازند. بین و همکاران<sup>[۲۲]</sup> مسئله‌ی دوره‌ی را در نظر می‌گیرند که یک خریده‌فروش با مشکل انتخاب تأمین‌کننده مواجه است. آنها تابع توزیع تقاضای نرمال را در نظر می‌گیرند و تعادل استکلبرگ را با رویکرد عدم همکاری، که خریده‌فروشان رهبر آن هستند، به دست می‌آورند. مدل آنها برنامه‌ی تولید و برنامه‌ی تخفیف‌های مقداری را برای هر یک از تأمین‌کنندگان انتخاب شده، محاسبه می‌کند. به‌طور مشابه، محمدی‌تبار و همکاران<sup>[۲۳]</sup> مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده‌ی مشابهی را تحلیل می‌کنند که در آن، انتخاب تأمین‌کنندگان از طریق یک بازی قیمت‌گذاری انجام می‌شود. آنها روش‌های غیرهمکارانه و همکارانه را در میان تأمین‌کنندگان تجزیه و تحلیل می‌کنند و راهبرد بهینه را در مقابل یک رویکرد متمرکز مقایسه می‌کنند. نیکنام‌فر و پسندیده<sup>[۲۴]</sup> یک تولیدکننده و چندین خریده‌فروش را در حالت چندمحصولی در نظر گرفته‌اند که در آن تولیدکننده بر اساس سیستم «مدیریت موجودی توسط فروشنده» به تصمیم‌گیری درباره‌ی سطح موجودی زنجیره می‌پردازد. در پژوهش جدیدتر بهرامی و پسندیده<sup>[۲۵]</sup> تصمیمات مربوط به بازپرسی<sup>۲</sup> و نرخ تولید نیز به مدل<sup>[۲۱]</sup> اضافه شده است. یانگ و همکاران<sup>[۲۶]</sup> اثر سیاست بازگشت برای مشتریان را در زنجیره‌ی تأمین با یک خریده‌فروش معمولی در نظر گرفتند و نشان دادند که در این حالت سود و تقاضا افزایش می‌یابد. لی و همکاران<sup>[۲۷]</sup> سیاست بازگشت و تضمین پرداخت پول را در یک زنجیره‌ی تأمین دوکاناله با ساختار استکلبرگ بررسی می‌کنند. چن و چن<sup>[۲۸]</sup> یک زنجیره‌ی تأمین دوکاناله را در نظر می‌گیرند و سیاست بازگشت را برای دو کانال تعریف می‌کنند. آن‌ها نتیجه گرفته‌اند که سیاست بازگشت برای کانال برخظ جذاب‌تر خواهد بود.

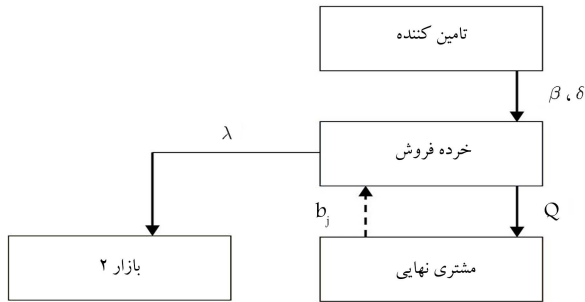
در این مقاله سیاست بازگشت کالا به خریده‌فروش در نظر گرفته شده است. بدین صورت که اگر مشتری نهایی از کیفیت محصول خریداری شده رضایت نداشته باشد، می‌تواند محصول را به خریده‌فروش با قیمت جدیدی بفروشد. همچنین تمام تحقیقاتی که تاکنون انجام شده است، بدین صورت بوده که نرخ بازگشت کالا به‌صورت پارامتر و در خارج از مدل تعیین شده است؛ در صورتی که این مقاله برای اولین بار مدلی ارائه داده است که نرخ بازگشت کالا با توجه به تصمیمات تأمین‌کننده و خریده‌فروش، به‌صورت داخلی در مدل، مشخص می‌شود و تقاضا به‌گونه‌ی تعیین شده است که

جدول ۱. جمع بندی برخی از مطالعات انجام گرفته در این زمینه.

پژوهش ویژگی	[۴]	[۷]	[۸]	[۹]	[۱۰]	[۱۲]	[۱۳]	[۱۴]	[۱۵]	[۱۷]	[۱۹]	[۲۰]	[۲۱]	[۲۲]	[۲۳]	[۲۴]	[۲۵]	[۲۶]	[۲۸]	[۲۷]	پژوهش حاضر
تخفیف		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
هزینه های حمل و نقل													✓								✓
سیاست بازگشت محصول																		✓	✓	✓	✓
هماهنگی زنجیره تامین				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
نظریه بازی				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

جدول ۲. تعریف مجموعه ها.

نام مجموعه	تعریف مجموعه
$I$	مجموعه بازیکنان $i \in \{S, R\}$
$J$	مجموعه سناریوها $j \in \{0, 1, 2, 3\}$



شکل ۱. شرح مسئله.

مقدار آن وابسته به کیفیت درک شده توسط مشتری خواهد بود و با این چارچوب، مطلوبیت بازیکنان نشان داده می شود. به طور خلاصه در جدول ۱ پژوهش حاضر با برخی از پژوهش های موجود در مرور ادبیات مقایسه شده است.

### متغیرهای مستقل

$Q$ : مقدار سفارش اقتصادی؛

$\beta$ : مقدار نقطه شکست برای همه ی واحدهای تخفیف؛

$\delta$ : تخفیف بر روی قیمت  $P$ ؛

$b_j$ : قیمت محصول بازگشتی به خرده فروش در سناریوی  $j$ ؛

$\epsilon$ : شاخص کمیته کیفیت مورد انتظار مشتری (متغیر تصادفی با توزیع یکنواخت در بازه ۰ تا ۱).

### متغیرهای وابسته

$D_j$ : تقاضای سالانه برای محصول در سناریوی  $j$ ؛

$X_j$ : مقدار بازگشتی کالا در سناریوی  $j$ ؛

$\phi_j$ : نرخ بازگشت کالا در سناریوی  $j$ ؛

$C_{ij}$ : هزینه سالانه سفارش، نگهداری موجود و خرید برای بازیکن  $i$  در سناریوی  $j$ ؛

$\pi_{ij}$ : سود سالانه برای بازیکن  $i$  در سناریوی  $j$ ؛

$\prod_{ij}$ : مطلوبیت به دست آمده سالانه برای بازیکن  $i$  در سناریوی  $j$ ؛

$A_j$ : هزینه های موجودی خرده فروش در سناریوی  $j$ ؛

$B_j$ : سود حاصل از خرید و فروش خرده فروش در سناریوی  $j$ ؛

$U$ : مطلوبیت مشتری.

شرح مسئله در شکل ۱ نمایش داده شده است.

### ۲.۳. فرضیات

۱. کلیه متغیرها و پارامترهای مسئله مثبت هستند.

۲. مشابه کی و بوکیندر<sup>[۹]</sup> و چیانگ و همکاران<sup>[۵]</sup> فرض شده است، تأمین کنندگان و خرده فروش هر دو از سیاست های EOQ استفاده می کنند.

### ۳. تعریف مسئله

در این مقاله یک زنجیره تامین دوسطحی با کنترل غیرمتمرکز در نظر گرفته شده است که توسط یک خرده فروش و یک تأمین کننده ترکیب شده اند و معامله برای یک محصول خاص است که فرض می شود، تقاضای آن نسبت به قیمت حساس است. فرض بر این است که وضعیت فعلی سیستم متعادل است، یعنی خرده فروش محصول را در اندازه های  $Q$  در دوره های  $T$  واحد زمانی و فروشنده محصول را با قیمت  $p$  در زمان تحویل صفر ارائه کرده است.

### ۱.۳. علائم ریاضی

در این بخش مجموعه ها (جدول ۲)، پارامترها، متغیرهای تصمیم گیری مستقل و وابسته ی مدل ریاضی به ترتیب به شرح زیر هستند.

#### تعریف پارامتر

$P_i$ : هزینه خرید برای بازیکن  $i$ ؛

$F$ : قیمت خرده فروشی هر واحد برای مشتری نهایی؛

$K_i$ : هزینه تنظیم سفارش برای بازیکن  $i$ ؛

$H_R$ : هزینه نگهداری سالانه ی موجودی هر واحد برای خرده فروش؛

$T_i$ : هزینه حمل و نقل ثابت برای بازیکن  $i$ ؛

$\bar{T}_i$ : هزینه حمل و نقل متغیر برای بازیکن  $i$ ؛

$\lambda$ : قیمت محصول وارد شده به بازار ۲؛

$\theta$ : ضریب تخفیف خرده فروشی؛

$V$ : ارزش محصول برای مشتری.

در این سناریو هیچ‌گونه تخفیفی از طرف تأمین‌کننده به خرده‌فروش داده نمی‌شود و متغیرهای تصمیم  $Q$  و  $b_0$  هستند که توسط خرده‌فروش تعیین می‌شود. تقاضا، مقدار بازگشتی به خرده‌فروش و نرخ بازگشت کالا در سناریوی صفر با روابط ۲ تا ۴ به دست می‌آید.

با توجه به این که خرده‌فروش از یک سیاست EOQ پیروی می‌کند، کل هزینه سالانه برای خرده‌فروش و سود مربوطه با روابط ۵ و ۶ نشان داده شده است. در رابطه‌ی ۵ اولین عبارت هزینه‌ی خرید است، عبارت دوم مربوط به هزینه‌ی سفارش‌دهی است، قسمت سوم نشان‌دهنده‌ی هزینه‌ی نگهداری موجودی است و قسمت چهارم مربوط به هزینه‌های برگشت کالا از سوی مشتری در صورت عدم رضایت است. در رابطه‌ی ۶ از مجموع کل درآمد سالانه‌ی در نظر گرفته شده در بازار اول و دوم، مقدار کل هزینه‌ی سالانه کم می‌شود.

$$c_{R,0} = D_0 P_R + \frac{K_R D_0}{Q} + \frac{H_R Q}{2} + x_0 b_0 \quad (5)$$

$$r_{R,0} = D_0 F + x_0 \lambda - c_{R,0} \quad (6)$$

هزینه‌های سالانه برای تأمین‌کننده طبق رابطه‌ی ۷ به دست می‌آید؛ با این فرض که تأمین‌کننده قادر خواهد بود که سفارش خرده‌فروش را به صورت آبی تحویل دهد و نیازی به نگهداری موجودی نخواهد داشت. از طریق رابطه‌ی ۸ نیز سود تأمین‌کننده محاسبه می‌شود.

$$c_{S,0} = D_0 P_S + \frac{K_S D_0}{Q} \quad (7)$$

$$r_{S,0} = D_0 P_R - c_{S,0} \quad (8)$$

در این سناریو خرده‌فروش باید متغیرهای  $Q$  و  $b_0$  را مشخص کند. سیاست حل به گونه‌یی است که در گام اول  $Q$  توسط واحد انبارداری به صورتی تعیین می‌شود که مجموع هزینه‌های سفارش‌دهی و موجودی کمینه شود و سپس در گام دوم  $b_0$  توسط واحد بازاریابی و فروش به گونه‌یی تعیین می‌شود که سود خالص فروش بیشینه شود. روابط ۹ و ۱۰ مقدار بهینه‌ی  $Q$  و  $b_0$  را نمایش می‌دهد.

$$Q = \frac{\sqrt{K_R(F - 2P_R + v)}}{\sqrt{H_R(v - \lambda)}} \quad (9)$$

$$b_0 = \frac{2(-F + v)\lambda - v(-2F + 2P_R + v)}{F - 2P_R + v} \quad (10)$$

اثبات: جواب‌های تعادلی این سناریو از حل مسئله‌ی بهینه‌سازی رابطه‌ی ۱۱ به دست می‌آید.

$$\left\{ \begin{array}{l} Level\ 1 : Min A_0(Q) = \frac{K_R D_0}{Q} + \frac{H_R Q}{2} \\ s.t. Level\ 2 : Max B_0(b_0) = D_0(F - P_R) + x_0(\lambda - b_0) \end{array} \right\} \quad (11)$$

ابتدا شرط اول و دوم مسئله بهینه‌سازی سطح دوم را بررسی می‌کنیم. معادله مرتبط با شرط مرتبه اول و جواب آن به صورت زیر است:

$$\frac{\partial B_0}{\partial b_0} = 0 \Rightarrow b_0^* = \frac{2Fv - 2P_R v - v^2 - 2F\lambda + 2v\lambda}{F - 2P_R + v} \quad (12)$$

بر اساس رابطه‌ی ۱۲ مقدار مشتق دوم تابع  $B_0$  بر حسب  $b_0$  منفی است. چون تابع  $B_0$  برابر با سود حاصل از خرید و فروش خرده‌فروش و از جنس بهینه‌سازی

۳. مشابه کین و همکاران<sup>[۷]</sup> فرض می‌شود، تأمین‌کننده تخفیف واحد با یک نقطه‌ی شکست ارائه می‌دهد که در صورت خرید بیش از آن، سیاست تخفیف اعمال می‌شود.

۴. مشابه تحقیقات کوی و بوکیندر<sup>[۹]</sup> فرض شده است که اگر تخفیف برای خرده‌فروش ارائه شود، خرده‌فروش همان تخفیف را به قیمت خرده‌فروشی نهایی محصول اعمال می‌کند؛ بدین معنا که هر دو خرده‌فروش و مصرف‌کننده نهایی همان تخفیف را در هزینه‌های خرید می‌گیرند.

۵. مشابه گویال و گاپتا<sup>[۳]</sup> و سارما و همکاران<sup>[۲]</sup> فرض شده است که تأمین‌کننده و خرده‌فروش دسترسی کامل به اطلاعات یکدیگر دارند و منطقی تصمیم‌گیری می‌کنند.

۶. قیمت محصول بازگشتی به خرده‌فروش از قیمت خرید مشتری نهایی و قیمت خرید مشتری از ارزش محصول برای مشتری کمتر است.

### ۳.۳. مدل‌سازی

در شکل ۲، بازه‌ی صفر تا یک بازه‌ی است که کیفیت درک شده توسط مشتری را نشان می‌دهد که اگر کیفیت درک شده توسط مشتری بیشتر از  $\varepsilon$  باشد مشتری راضی خواهد بود و اگر مشتری کیفیت کمتر از  $\varepsilon$  را درک کند از محصول ناراضی خواهد بود و محصول به خرده‌فروش برگردانده می‌شود.

رابطه‌ی ۱ مطلوبیت برای هر مشتری را نشان می‌دهد. در نتیجه در رابطه‌ی ۲ تقاضا برای آن دسته از مشتریانی وجود دارد که سطح انتظار آنها حداکثر به اندازه‌ی  $\frac{v-F}{v-b_j}$  است.

$$U = (1 - \varepsilon)v + \varepsilon b_j - F \geq 0 \Rightarrow \varepsilon \leq \frac{v - F}{v - b_j} \quad (1)$$

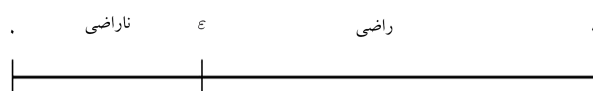
$$D_j = \frac{v - F}{v - b_j} \quad (2)$$

$$x_j = \int_0^{D_j} \varepsilon d\varepsilon = \frac{D_j^2}{2} \quad (3)$$

$$\phi_j = \frac{D_j^2}{2} = \frac{D_j}{2} \quad (4)$$

به ازای هر مشتری با کمینه‌ی کیفیت مورد انتظار احتمال بازگشت کالا برابر با  $\varepsilon$  است. پس مقدار نهایی بازگشت کالا برابر با امید ریاضی مقدار محصول بازگشتی خواهد بود که در رابطه‌ی ۳ نشان داده شده است. هم‌چنین، مشابه مقاله‌ی لی و همکاران<sup>[۲۷]</sup> برای این‌که مشتری نهایی تمایل به خرید محصول داشته باشد، فرض شده است که ارزش محصول از دید مشتری همواره از قیمت محصول بیشتر است و در نتیجه مقدار بازگشتی همواره نامنفی است. رابطه‌ی ۴ مقدار نرخ بازگشتی را بر اساس رابطه‌ی ۳ محاسبه می‌کند. بنا بر تعریف نرخ بازگشتی برابر با مقدار کالاهای بازگشت داده شده تقسیم بر مقدار تقاضای مشتریان است.

#### • سناریوی صفر



شکل ۲. کیفیت درک شده توسط مشتری و ارتباط آن با رضایت او.

$$\prod_{S,1} = r_{S,1} - r_{S,0} \quad (21)$$

تأمین‌کننده به‌عنوان رهبر، مقادیر  $\beta$  و  $\delta$  را مشخص می‌کند؛ سپس با توجه به مقادیر مشخص شده، خرده‌فروش در مورد متغیرهای  $Q$  و  $b_1$  تصمیم‌گیری می‌کند. روش حل به‌صورت استنتاج پسرو است. روابط ۲۲ و ۲۳ مقادیر بهینه‌ی  $Q$  و  $b_1$  را نشان می‌دهند.

$$Q = \frac{\sqrt{-K_R(v - F(-1 + \delta) + 2P_R(-1 + \delta))}}{\sqrt{-H_R(-1 + \delta)(v - \lambda)}} \quad (22)$$

$$b_1 = \frac{2(v + F(-1 + \delta))\lambda - v(v + 2F(-1 + \delta) - 2P_R(-1 + \delta))}{F + v + 2P_R(-1 + \delta) - F\delta} \quad (23)$$

اثبات: جواب‌های تعادلی این سناریو از حل دستگاه معادلات ۲۴ به دست می‌آید.

$$\left\{ \begin{array}{l} Level\ 1: Min A_1(Q) = \frac{K_R D_1}{Q} + \frac{(1-\delta)H_R Q}{2} \\ s.t. Level\ 2: Max B_1(b_1) = D_1(1-\delta)(F - P_R) + x_1(\lambda - b_1) \end{array} \right\} \quad (24)$$

تأمین‌کننده مقدار نقطه‌ی شکست تخفیف  $\beta$  را برابر با مقدار سفارش اقتصادی خرده‌فروش در نظر می‌گیرد؛ زیرا به دنبال این است که سیاست تخفیف اعمال شود. مقدار بهینه‌ی  $\delta$  و سود تأمین‌کننده و خرده‌فروش به‌ازای مقادیر مختلف  $\delta$  در قسمت تحلیل حساسیت، به‌صورت عددی محاسبه شده است.

#### • سناریوی دو

در این قسمت مانند سناریوی یک تأمین‌کننده تخفیف  $\delta$  را به خرده‌فروش می‌دهد با این تفاوت که خرده‌فروش ممکن است تخفیف به مشتری خود را با توجه به هزینه‌های مختلف خرید خود، اعمال کند یا اعمال نکند. اکنون فرض کنید که با توجه به شرایط تجاری فعلی، خرده‌فروش تمایل دارد تخفیف برای مشتری خرده‌فروشی را به مقدار  $\theta\delta$  تغییر دهد.  $\theta$  نشان‌دهنده‌ی کسری از تخفیف ارائه شده توسط تأمین‌کننده است، تخفیف خرده‌فروشی می‌تواند بیشتر یا کمتر از  $\delta$  با برابر با آن باشد.

رابطه‌های ۲۵ هزینه‌ی سالانه برای خرده‌فروش، ۲۶ سود سالانه‌ی خرده‌فروش و ۲۷ تفاوت سود در سناریوی دو و سناریوی صفر را برای خرده‌فروش نشان می‌دهند.

$$c_{R,2} = D_2(1-\delta)P_R + \frac{K_R D_2}{Q} + \frac{(1-\delta)H_R Q}{2} + x_2 b_2 \quad (25)$$

$$r_{R,2} = D_2(1-\theta\delta)F + x_2 \lambda - c_{R,2} \quad (26)$$

$$\prod_{R,2} = r_{R,2} - r_{R,0} \quad (27)$$

معادلات ۲۸ الی ۳۰ به ترتیب هزینه‌ی سالانه برای تأمین‌کننده، سود سالانه‌ی تأمین‌کننده و تفاوت سود در سناریوی دو و سناریوی صفر را برای تأمین‌کننده نشان می‌دهند.

$$c_{S,2} = D_2 P_S + \frac{K_S D_2}{Q} \quad (28)$$

$$r_{S,2} = D_2(1-\delta)P_R - c_{S,2} \quad (29)$$

$$\prod_{S,2} = r_{S,2} - r_{S,0} \quad (30)$$

است؛ بنابراین، شرایط مرتبه دوم برقرار است.

$$\frac{\partial^2 B_0}{\partial b_1^2} = -\frac{(F - 2P_R + v)^2}{16(F - v)^2(v - \lambda)^2} < 0 \quad (13)$$

حال شرایط مرتبه اول و دوم مسئله‌ی سطح یک را با در نظر گرفتن سطح دوم (محدودیت موجود در رابطه‌ی ۱۱) بررسی می‌کنیم. در این حالت معادله مرتبط با شرط مرتبه اول و جواب آن به‌صورت زیر است:

$$\frac{\partial A_0}{\partial Q} = 0 \Rightarrow Q^* = \frac{\sqrt{K_R(F - 2P_R + v)}}{\sqrt{H_R(v - \lambda)}} \quad (14)$$

براساس رابطه‌ی ۱۴ مقدار مشتق دوم تابع  $A_0$  بر حسب  $Q$  بعد از جایگذاری جواب معادله‌ی ۱۲ مثبت است. چون تابع  $A_0$  برابر با هزینه‌های موجودی خرده‌فروش است و از جنس کمینه‌سازی است؛ بنابراین، شرایط مرتبه دوم برقرار است.

$$\frac{\partial^2 A_0}{\partial Q^2} = \frac{H_R \sqrt{H_R(v - \lambda)}}{\sqrt{K_R} \sqrt{F - 2P_R + v}} > 0 \quad (15)$$

#### • سناریوی یک

در این سناریو تخفیف  $\delta$  از طرف تأمین‌کننده به خرده‌فروش داده می‌شود؛ بدین صورت که قیمت  $P_R$  به قیمت  $(1-\delta)P_R$  تبدیل می‌شود. علاوه‌بر این فرض شده است هنگامی که تخفیفی برای خرده‌فروش اعمال شود، خرده‌فروش با همان تخفیف محصول را به مشتری نهایی می‌فروشد؛ پس قیمت  $F$  به  $(1-\delta)F$  تبدیل می‌شود. همچنین فرض شده است که هزینه‌های نگهداری موجودی به‌عنوان نرخ بهره بر قیمت محصول محاسبه می‌شود و از این رو تخفیف نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. با توجه به این موضوع  $H_R$  به  $(1-\delta)H_R$  تغییر پیدا می‌کند.

متغیرهای تصمیم  $Q$  و  $b_0$  و  $\beta$  و  $\delta$  هستند که  $\beta$  و  $\delta$  توسط تأمین‌کننده و  $Q$  و  $b_0$  توسط خرده‌فروش تعیین می‌شود. روابط ۱۶ و ۱۷ کل هزینه‌ی سالانه برای خرده‌فروش و سود مربوطه را نشان می‌دهند.

$$c_{R,1} = D_1(1-\delta)P_R + \frac{K_R D_1}{Q} + \frac{(1-\delta)H_R Q}{2} + x_1 b_1 \quad (16)$$

$$r_{R,1} = D_1(1-\delta)F + x_1 \lambda - c_{R,1} \quad (17)$$

برای این‌که خرده‌فروش تخفیف را قبول کند باید سود آن در هنگامی که تخفیف اعمال می‌شود، از زمانی که تخفیفی وجود ندارد، بیشتر شود که این موضوع با رابطه‌ی ۱۸ نمایش داده شده است.

$$\prod_{R,1} = r_{R,1} - r_{R,0} \quad (18)$$

در روابط ۱۹ و ۲۰ کل هزینه‌های سالانه برای تأمین‌کننده و سود تأمین‌کننده نشان داده شده است.

$$c_{S,1} = D_1 P_S + \frac{K_S D_1}{Q} \quad (19)$$

$$r_{S,1} = D_1(1-\delta)P_R - c_{S,1} \quad (20)$$

برای این‌که تأمین‌کننده سیاست تخفیف را اعمال کند باید سود آن در هنگامی که تخفیف اعمال می‌شود از زمانی که تخفیفی وجود ندارد بیشتر شود که این موضوع با رابطه‌ی ۲۱ نمایش داده شده است.

$$b_r = \frac{\nu(v+F(-1+\delta+\theta-\delta\theta))\lambda - v(v-\nu P_R(-1+\delta)+F(-\nu+\delta+\theta+\delta\theta))}{\nu+\nu P_R(-1+\delta)+F(1+\delta+\theta-\nu\delta\theta)} \quad (32)$$

روابط ۳۷ و ۳۹ مقدار سفارش اقتصادی در سناریوهای صفر و یک و روابط ۳۸ و ۴۰ مقدار بهینه‌ی قیمت محصول بازگشتی به خرده‌فروش در سناریوهای صفر و یک را نشان می‌دهد.

هنگامی که هزینه‌های حمل‌ونقل توسط تأمین‌کننده تأمین شود، سود تأمین‌کننده در سناریوهای صفر، یک و دو به ترتیب از رابطه‌های ۴۱ الی ۴۳ حاصل می‌شود. همچنین سود خرده‌فروش تغییری نخواهد داشت.

$$r_{S,0}^T = D_0 P_R - D_0 (P_S + \overline{T_S}) - \frac{(K_S + T_S) D_0}{Q} \quad (41)$$

$$r_{S,1}^T = D_1 (1 - \delta) P_R - D_1 (P_S + \overline{T_S}) - \frac{(K_S + T_S) D_1}{Q} \quad (42)$$

$$r_{S,r}^T = D_r (1 - \delta) P_R - D_r (P_S + \overline{T_S}) - \frac{(K_S + T_S) D_r}{Q} \quad (43)$$

روابط ۹ و ۲۲ مقدار سفارش اقتصادی در سناریوهای صفر و یک و روابط ۱۰ و ۲۳ مقدار بهینه‌ی قیمت محصول بازگشتی به خرده‌فروش در سناریوهای صفر و یک را نشان می‌دهد. همان‌گونه که قابل پیش‌بینی بود، مقدار سفارش اقتصادی و قیمت محصول بازگشتی به خرده‌فروش، هنگامی که تأمین‌کننده هزینه‌ی حمل‌ونقل را برعهده می‌گیرد در مقایسه با زمانی که هزینه‌ی حمل‌ونقل را در نظر نمی‌گیرد، یکسان است.

#### ۴. مطالعه‌ی موردی

کلیه‌ی پارامترهای مسئله مطابق جدول ۳ عددگذاری شده است. مقدار پارامترها به استثنای پارامترهای  $\lambda$  و  $V$  از مقاله‌ی باربارا و همکاران<sup>[۲۹]</sup> استخراج شده است. مدل پژوهش ما توسعه‌ی مدل مقاله‌ی باربارا و همکاران<sup>[۲۹]</sup> است و از این رو پارامترهای  $\lambda$  و  $V$  به مدل پایه اضافه شده است.

با توجه به پارامترهای جدول ۳ در سناریویی که تخفیفی داده نمی‌شود، تقاضای مشتری نهایی برای محصول برابر با ۰٫۳۶۶، مقدار سود تأمین‌کننده برابر با ۸٫۵۷۷ و مقدار سود خرده‌فروش در این حالت ۵۸٫۵۳۶۳- است. در نتیجه با توجه به این‌که خرده‌فروش سود منفی خواهد داشت، پس در این قرارداد شرکت نمی‌کند و هیچ‌گونه معامله‌ی صورت نمی‌پذیرد. اما در حالتی که تأمین‌کننده تخفیفی معادل با ۰٫۰۶۹ برای خرده‌فروش در نظر بگیرد، تقاضای مشتری نهایی افزایش می‌یابد و به مقدار ۰٫۳۹۳۱۱ می‌رسد. همچنین، در این حالت سود تأمین‌کننده به مقدار ۱۳٫۴۹۲ و سود خرده‌فروش به مقدار ۶۳٫۴۱۳۸ می‌رسد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هر دو تأمین‌کننده و خرده‌فروش در این حالت با افزایش سود مواجه هستند و قرارداد را می‌پذیرند.

مطابق جدول ۳، جواب سؤال پژوهشی اول این‌گونه خواهد بود که: مقدار سفارش اقتصادی خرده‌فروش در سناریوی یک برابر با ۶٫۶۲۶۶۹، قیمت محصول بازگشتی

جدول ۳. مقادیر پارامترها.

F	K <sub>R</sub>	K <sub>S</sub>	H <sub>R</sub>	V	λ	P <sub>R</sub>	P <sub>S</sub>
۳۸	۵۰۰	۴۰	۱۰	۵۰	۲۰	۳۳	۳

مشخص است برای این‌که سیاست تخفیف اعمال شود باید مقادیر روابط ۲۷ و ۳۰ مثبت شود.

روابط ۳۱ و ۳۲ مقادیر بهینه‌ی  $Q$  و  $b_r$  را نمایش می‌دهند.

$$Q = \frac{\sqrt{-K_R(v+\nu P_R(-1+\delta)-F(1-\theta+\delta(-1+\nu\theta)))}}{\sqrt{-H_R(-1+\delta)(v-\lambda)}} \quad (31)$$

اثبات: جواب‌های تعادلی این سناریو از حل مسئله‌ی بهینه‌سازی ۳۳ به دست می‌آید.

$$\left\{ \begin{array}{l} Level \ 1 : \ Min A_r(Q) = \frac{K_R D_r}{Q} + \frac{(1-\delta) H_R Q}{2} \\ s.t. \ Level \ 2 : \ Max B_r(b_r) = D_r(F(1-\theta\delta) - P_R(1-\delta)) + x_r(\lambda - b_r) \end{array} \right\} \quad (33)$$

بررسی شرایط مرتبه اول و دوم مورد نیاز برای این اثبات مشابه سناریوی صفر است که در معادلات ۱۲ تا ۱۵ آمده است.

#### • سناریوی سه

در این قسمت، هزینه‌های مربوط به حمل‌ونقل نیز به مدل اضافه شده است. این هزینه‌ها ممکن است توسط تأمین‌کننده یا خرده‌فروش تأمین شود.

هنگامی که هزینه‌های حمل‌ونقل توسط خرده‌فروش تأمین شود، سود خرده‌فروش در سناریوی صفر به صورت رابطه‌ی ۳۴، در سناریوی یک به صورت رابطه‌ی ۳۵ و در سناریوی دو به صورت رابطه‌ی ۳۶ می‌شود، اما سود تأمین‌کننده تغییری نخواهد داشت.

$$r_{R,0}^T = D_0 F + x_0 \lambda - D_0 (P_R + \overline{T_R}) - \frac{(K_R + T_R) D_0}{Q} - \frac{H_R Q}{2} - x_0 b_0 \quad (34)$$

$$r_{R,1}^T = D_1 (1 - \delta) F + x_1 \lambda - D_1 ((1 - \delta) P_R + \overline{T_R}) - \frac{(K_R + T_R) D_1}{Q} - \frac{(1 - \delta) H_R Q}{2} - x_1 b_1 \quad (35)$$

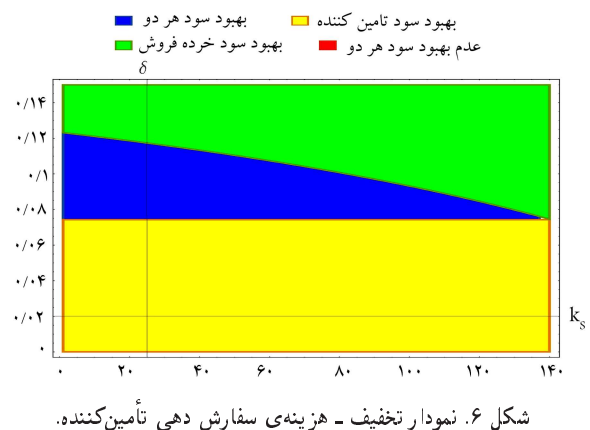
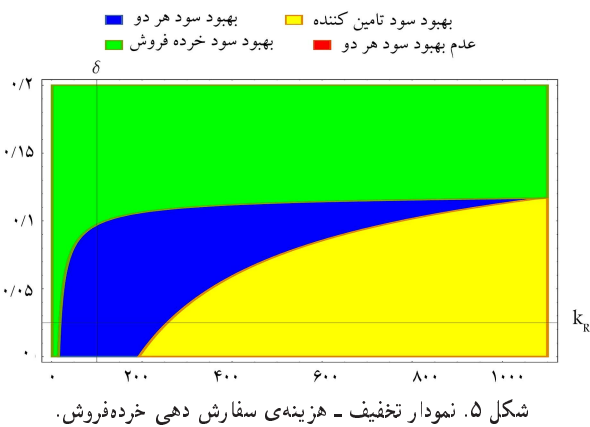
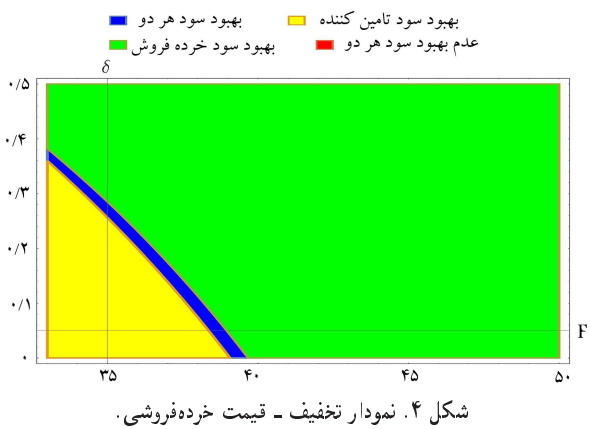
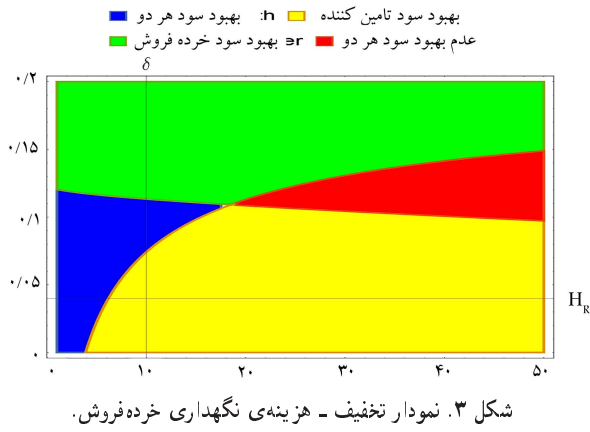
$$r_{R,r}^T = D_r (1 - \theta \delta) F + x_r \lambda - D_r ((1 - \delta) P_R + \overline{T_R}) - \frac{(K_R + T_R) D_r}{Q} - \frac{(1 - \delta) H_R Q}{2} - x_r b_r \quad (36)$$

$$Q = \frac{\sqrt{(K_R + T_R)(F - \nu P_R - \nu \overline{T_R} + v)}}{\sqrt{H_R(v - \lambda)}} \quad (37)$$

$$b_0 = \frac{\nu(-F + v)\lambda - v(-\nu F + \nu P_R + v + \nu \overline{T_R})}{F - \nu P_R - \nu \overline{T_R} + v} \quad (38)$$

$$Q = \frac{\sqrt{(-K_R - T_R)(-\nu \overline{T_R} + v - F(-1 + \delta) + \nu P_R(-1 + \delta))}}{\sqrt{-H_R(-1 + \delta)(v - \lambda)}} \quad (39)$$

$$b_1 = \frac{F(-1 + \delta)(\nu v - \nu \lambda) + v(\nu \overline{T_R} + v - \nu P_R(-1 + \delta) - \nu \lambda)}{\nu \overline{T_R} + F(-1 + \delta) - v - \nu P_R(-1 + \delta)} \quad (40)$$



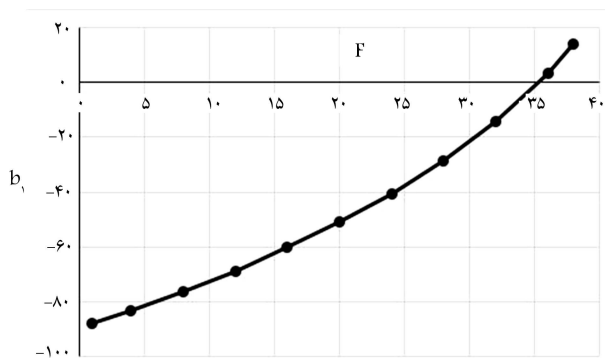
به خرده‌فروش در سناریوی یک برابر ۱۲/۷۷۲۳ و تقاضا برابر با ۰/۳۹۳۱۱ است. بنابراین، جواب سؤال پژوهشی سوم بدین صورت داده می‌شود که: از دیدگاه تأمین‌کننده مقدار بهینه‌ی تخفیف زمانی اتفاق می‌افتد که میزان افزایش سود در بیشینه‌ی مقدار خود باشد. بنابراین مطابق شکل ۲۰ مقدار بهینه‌ی تخفیف از دیدگاه تأمین‌کننده برابر با ۰/۶۹ است و این تخفیف سبب افزایش سود مقدار ۴/۹۱۵ برای تأمین‌کننده می‌شود. همچنین این تخفیف باعث می‌شود سود خرده‌فروش نیز نسبت به حالت بدون تخفیف به مقدار ۱۲/۹۵۱ افزایش یابد. از دیدگاه خرده‌فروش نیز مقدار بهینه‌ی تخفیف در مکانی اتفاق می‌افتد که بیشترین افزایش سود را برای او فراهم کند. مطابق شکل ۲۱ مقدار بهینه‌ی تخفیف برای خرده‌فروش برابر با ۰/۱۳ است که در آن خرده‌فروش افزایش سود ۱۲۲/۲۳ واحد را تجربه می‌کند و افزایش سود تأمین‌کننده برابر با صفر واحد است.

برای پاسخ دادن به سؤال پژوهشی دوم لازم است شکل‌های ۳ تا ۱۰ بررسی شوند.

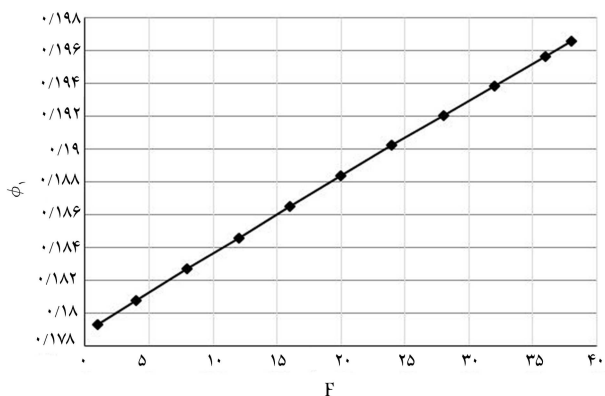
شکل ۳ نمودار تخفیف - هزینه‌ی نگهداری خرده‌فروش را نشان می‌دهد. هنگامی که تأمین‌کننده تخفیف  $\delta$  را بر محصول اعمال می‌کند، نمودار با توجه به مقدار تخفیف داده شده به چهار ناحیه‌ی آبی، زرد، سبز و قرمز تقسیم می‌شود. ناحیه‌ی آبی هنگامی اتفاق می‌افتد که بر اثر تخفیف ایجاد شده، سود تأمین‌کننده و خرده‌فروش هر دو بهتر از حالت بدون تخفیف می‌شود. قسمت زرد رنگ بیانگر این موضوع است که سود تأمین‌کننده بهبود یافته ولی سود خرده‌فروش افزایش نداشته است. ناحیه‌ی سبز رنگ به این معناست که سود خرده‌فروش بر اثر تخفیف افزایش داشته ولی سود تأمین‌کننده کمتر شده است. همچنین ناحیه‌ی قرمز رنگ بیانگر این است که سود تأمین‌کننده و خرده‌فروش هر دو بر اثر تخفیف اعمال شده کاهش داشته است. همچنین شکل‌های ۴ تا ۱۰ اثر تغییرات متغیر  $\delta$  و پارامترهای  $K_S, K_R, F, \lambda, P_S, P_R, V$  را روی بهبود یا عدم بهبود سودهای تأمین‌کننده و خرده‌فروش پس از ایجاد قرارداد تخفیف، نشان می‌دهد.

شکل ۱۱ اثر تغییرات قیمت خرده‌فروشی را به قیمت محصول بازگشتی نشان می‌دهد. همچنین نرخ بازگشت برای پارامترهای  $F, K_R, \lambda$  صعودی و برای پارامترهای  $H_R, K_S, P_R, P_S, v$  نزولی است که نمودار آنها در شکل‌های ۱۲ تا ۱۹ آورده شده است. برای محاسبه‌ی این نرخ بدین صورت عمل شده است که ابتدا نرخ تخفیف به نحوی به دست آمده است که در آن سود تأمین‌کننده بیشینه شود و هر دو طرف تمایل به مشارکت در قرارداد هماهنگی داشته باشند. مطابق رابطه‌ی ۴ نرخ بازگشت برابر با نصف مقدار تقاضاست. بنابراین مطابق شکل ۱۲ با افزایش قیمت خرده‌فروشی که مشتریان باید بپردازند تقاضای آنها بالا می‌رود. این نتیجه در ابتدا غیرمنطقی به نظر می‌رسد، اما مطابق رابطه‌ی ۲ و شکل ۱۱ ملاحظه می‌کنیم که با افزایش قیمت خرده‌فروشی، قیمت محصول بازگشتی به خرده‌فروش نیز افزایش پیدا می‌کند و در مجموع افزایش قیمت خرده‌فروشی می‌تواند مبلغ پرداختی به مشتریان در صورت بازگشت کالا را بیش از افزایش قیمت خرده‌فروشی به مشتریان افزایش دهد؛ دلیل این امر تحدب شکل ۱۱ است. در مجموع این افزایش سبب بهبود رضایت مشتریان و تقاضای آن‌ها خواهد شد. البته این در صورتی است که هماهنگی میان تأمین‌کننده و خرده‌فروش در قالب قرارداد تخفیف مقداری وجود داشته باشد.

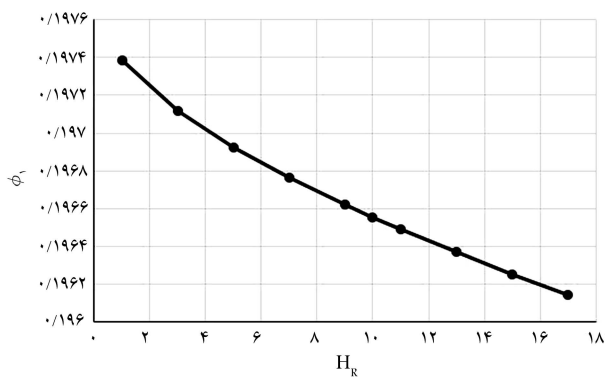
شکل ۲۰، نشان‌دهنده‌ی سود تأمین‌کننده به‌ازای مقادیر مختلف تخفیف است. این شکل به‌همراه شکل ۲۱ و ۲۲ فقط برای نواحی بی‌رسم شده‌اند که به ازای آن‌ها تخفیف برای تأمین‌کننده و خرده‌فروش سودآور باشد. همان‌گونه که مشخص است در ابتدا با افزایش میزان تخفیف، سود تأمین‌کننده افزایش می‌یابد؛ ولی سپس هنگامی



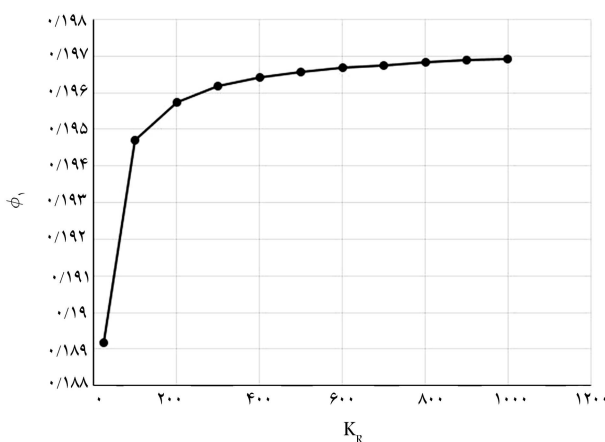
شکل ۱۱. قیمت خرده‌فروشی - قیمت محصول بازگشتی به خرده‌فروش.



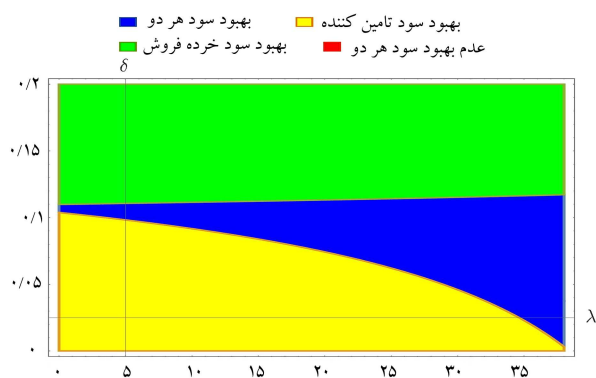
شکل ۱۲. نمودار نرخ بازگشت - قیمت خرده‌فروشی.



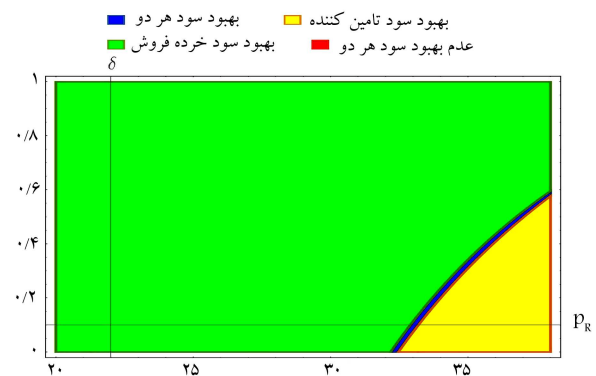
شکل ۱۳. نرخ بازگشت - هزینه‌ی نگهداری خرده‌فروش.



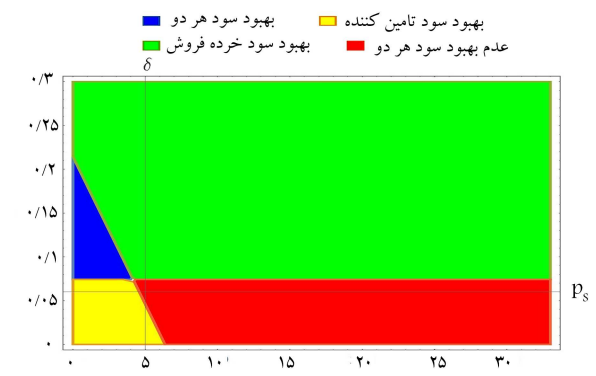
شکل ۱۴. نمودار نرخ بازگشت - هزینه‌ی سفارش‌دهی خرده‌فروش.



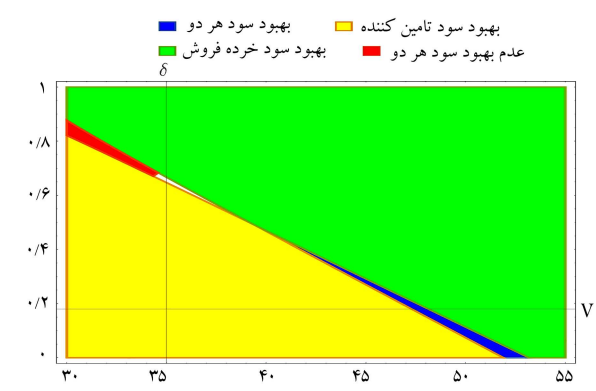
شکل ۷. نمودار تخفیف - قیمت فروش در بازار دوم.



شکل ۸. نمودار تخفیف - هزینه‌ی خرید خرده‌فروش.

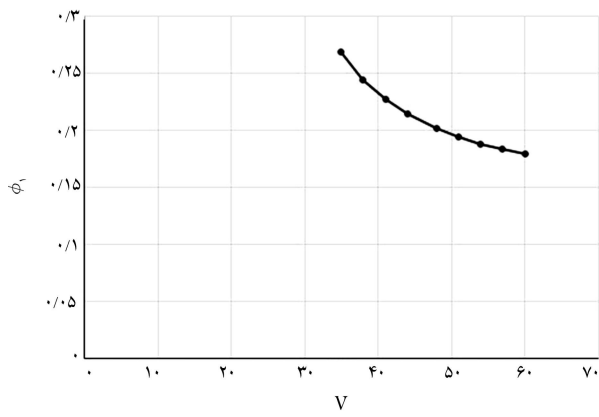


شکل ۹. نمودار تخفیف - هزینه‌ی خرید تأمین‌کننده.

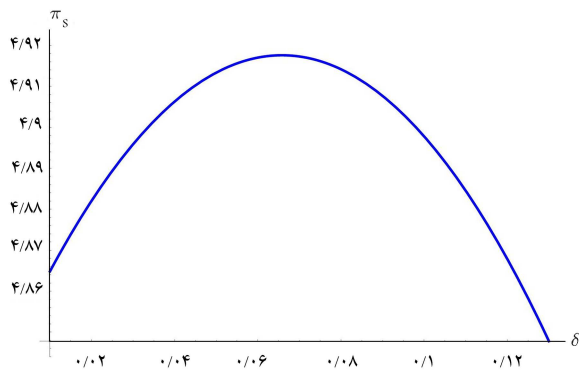


شکل ۱۰. نمودار تخفیف - ارزش محصول.

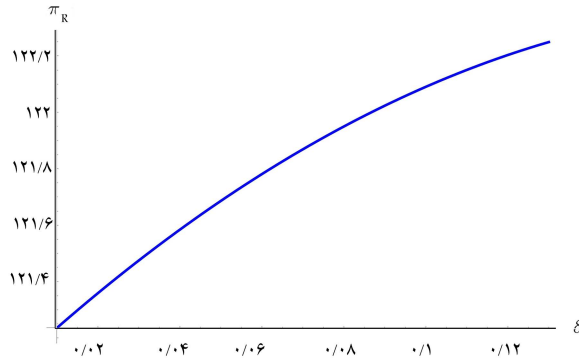




شکل ۱۹. نمودار نرخ بازگشت - ارزش محصول.



شکل ۲۰. نمودار تخفیف - تغییر سود تأمین کننده.

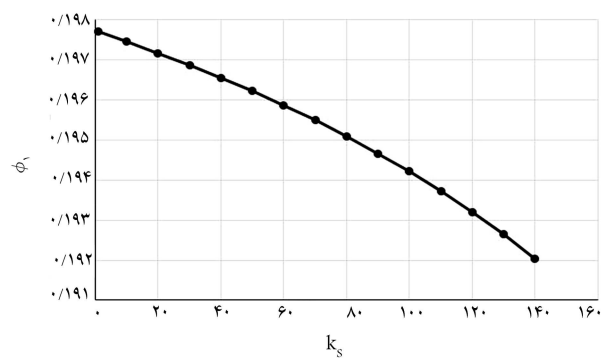


شکل ۲۱. نمودار تخفیف - تغییر سود خرده فروش.

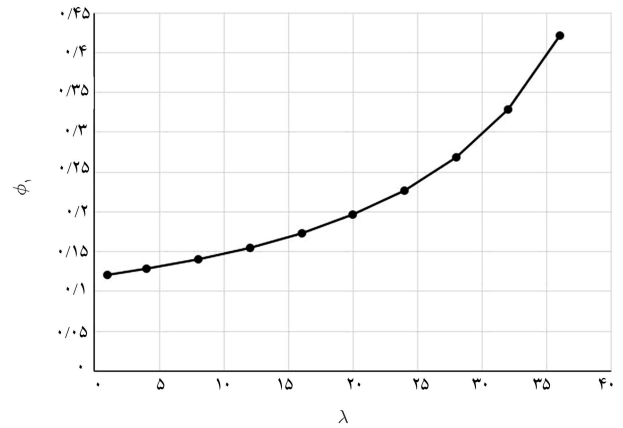
که میزان تخفیف بیش از حد شود، از سود تأمین کننده کاسته خواهد شد. همچنین مقدار بهینه تخفیف برای تأمین کننده از این نمودار مشخص می شود.

شکل ۲۰، سود خرده فروش را به ازای مقادیر مختلف تخفیف نشان می دهد که واضح است که هرچه تخفیف بیشتر باشد سود خرده فروش نیز افزایش پیدا خواهد کرد.

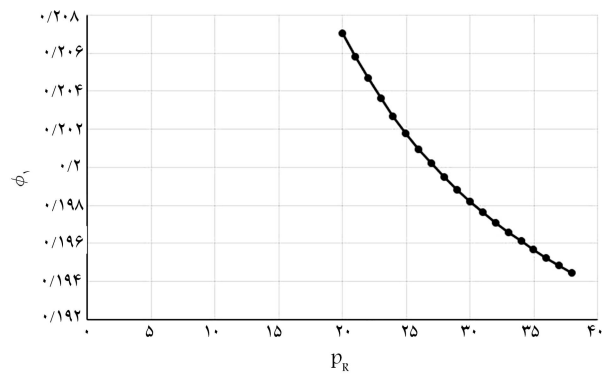
در شکل ۲۱، قیمت محصول بازگشتی به خرده فروش به ازای مقادیر مختلف تخفیف نشان داده شده است، که مطابق پیش بینی، هرچه قدر تخفیف بیشتر باشد قیمت محصول برای خرده فروش و به تبعیت از آن قیمت برای مشتری نهایی کمتر می شود و مشتری محصولات کمتری را با قیمت کمتری به خرده فروش بازمی گرداند.



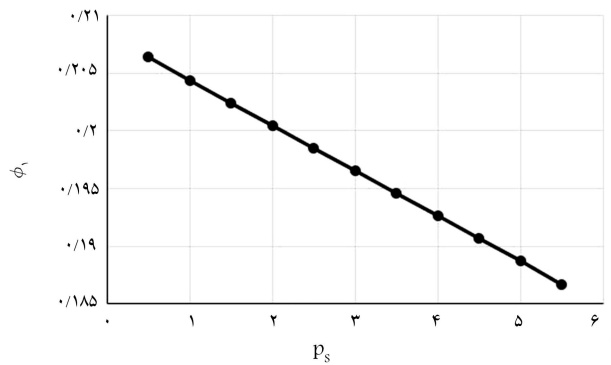
شکل ۱۵. نمودار نرخ بازگشت - هزینه سفارش دهی تأمین کننده.



شکل ۱۶. نمودار نرخ بازگشت - قیمت فروش در بازار دوم.



شکل ۱۷. نمودار نرخ بازگشت - هزینه خرید خرده فروش.



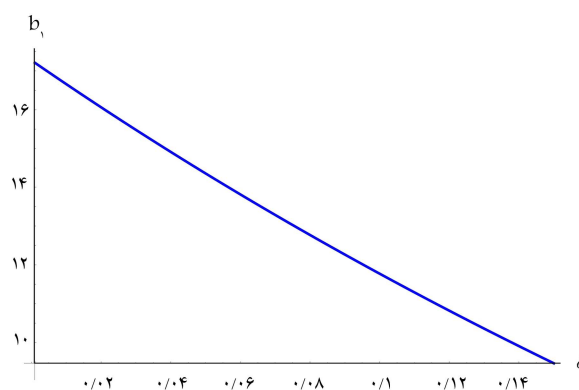
شکل ۱۸. نمودار نرخ بازگشت - هزینه خرید تأمین کننده.

با استفاده از تخفیف‌های مقداری، موجودی خود را هماهنگ کنند، سود حاصل برای تأمین‌کننده و خرده‌فروش به‌طور چشم‌گیری بهبود می‌یابد. بهبود در مثال عددی برای هر بازیکن نشان داده شده است. همچنین نشان دادیم که خرده‌فروش می‌تواند با افزایش قیمت خرده‌فروشی رضایت نهایی مشتریان و تقاضای آن‌ها را افزایش دهد. افزایش قیمت خرده‌فروشی می‌تواند مبلغ پرداختی به مشتریان در صورت بازگشت کالا را بیش از افزایش قیمت خرده‌فروشی به مشتریان افزایش دهد و در مجموع این افزایش سبب بهبود رضایت مشتریان و تقاضای آن‌ها خواهد شد. البته این در صورتی است که هماهنگی میان تأمین‌کننده و خرده‌فروش در قالب قرارداد تخفیف مقداری اتفاق بیفتد.

در صورتی که خرده‌فروشان بتوانند بازارهای مناسبی برای محصولات بازگشتی که از مشتریان باز می‌گردند پیدا کنند تا محصولات بازگشتی را با قیمت بالاتری به فروش برسانند، این امر سبب افزایش رضایت مشتریان و افزایش تقاضای آن‌ها خواهد شد.

گسترش مشابهی با در نظر گرفتن این‌که خرده‌فروش تخفیف متفاوتی را به خریدار ارائه دهد، ارائه شده است. در نهایت، هزینه‌های حمل‌ونقل در هرکدام از سناریوها مورد توجه قرار گرفته است.

برای تحقیقات آینده، دو پیشنهاد روشن برای گسترش مدل شناسایی شده است. ابتدا می‌توان یک کانال فروش اینترنتی برای تولیدکننده در نظر گرفت و از طریق آن قیمت‌گذاری محصولات با توجه به تخفیف‌های مقداری انجام شود. همچنین می‌توان بحث تبلیغات مشارکتی را به مدل اضافه کرد که در آن تقاضا از طریق در نظر گرفتن تبلیغات، افزایش پیدا خواهد کرد و هزینه‌ی تبلیغات بین تأمین‌کننده و خرده‌فروش تقسیم می‌شود.



شکل ۲۲. نمودار تخفیف - قیمت محصول بازگشتی.

## ۵. نتیجه‌گیری و بینش‌های مدیریتی

در این پژوهش، با هدف افزایش سود اعضای زنجیره‌ی تأمین، یک برنامه‌ی تخفیف مقداری ایجاد شده است که در آن تأمین‌کننده به خرده‌فروش تخفیفی ارائه می‌دهد و خرده‌فروش نیز این تخفیف را برای مشتری نهایی اعمال می‌کند و نشان داده شده است در چه مواقعی ارائه‌ی یک برنامه‌ی تخفیف برای تأمین‌کننده و خرده‌فروش به‌صرفه خواهد بود و باعث افزایش سود خواهد شد. همچنین تأمین‌کننده، به‌عنوان رهبر در مدل نظریه‌ی بازی انتخاب شده است که در آن تصمیمات در مراحل مختلف صورت می‌گیرد. در واقع نشان داده شده است در صورتی که اعضای زنجیره‌ی تأمین

## پانویس‌ها

1. economic order quantity
2. replenishment

## منابع (References)

1. Ertek, G. and Griffin, P.M.J.I.t. "Supplier-and buyer-driven channels in a two-stage supply chain", *IIE transactions*, **34**(8), pp. 691-700 (2002).
2. Savaskan, R.C., Bhattacharya, S. and Van Wassenhove, L.N.J.M.s. "Closed-loop supply chain models with product remanufacturing", *Management science*, **50**(2), pp. 239-252 (2004).
3. Goyal, S.K. and Y.P.J.E.j.o.o.r. Gupta. "Integrated inventory models: the buyer-vendor coordination", *European journal of operational research*, **41**(3), pp. 261-269 (1989).
4. Sarmah, S., Acharya, D. and Goyal, S.J.E.j.o.o.r. "Buyer vendor coordination models in supply chain management", *European journal of operational research*, **175**(1), pp. 1-15 (2006).
5. Chiang, W.C. and et al. "A game-theoretic approach to quantity discount problems", *Decision Sciences*, **25**(1), pp. 153-168 (1994).
6. Abad, P.L.J.E.J.o.O.R. "Supplier pricing and lot sizing when demand is price sensitive", *European Journal of Operational research*, **78**(3), pp. 334-354 (1994).
7. Qin, Y., Tang, H. and Guo, C.J.I.J.o.P.E. "Channel coordination and volume discounts with price-sensitive demand", *International Journal of Production Economics*, **105**(1), pp. 43-53 (2007).
8. Esmaili, M., Aryanezhad, M.-B. and Zeepongsekul, P.J.E.J.o.O.R. "A game theory approach in seller-buyer supply chain", *European Journal of Operational Research*, **195**(2), pp. 442-448 (2009).
9. Ke, G. and Bookbinder, J.H.J.J.o.t.O.R.S. "The optimal quantity discount that a supplier should offer", *Journal of the Operational Research Society*, **63**(3), pp. 354-367 (2012).
10. Chu, C.-L., Leon, V.J.J.E.J.o.O.R. "Single-vendor multi-buyer inventory coordination under private information", *European Journal of Operational Research*, **191**(2), pp. 485-503 (2008).
11. Corbett, C.J. and De Groot, X.J.M.s. "A supplier's optimal quantity discount policy under asymmetric in-

- formation”, *Management science*, **46**(3), pp. 444-450 (2000).
12. Shin, H. and Benton, W.J.E.J.o.O.R. “A quantity discount approach to supply chain coordination”, *European Journal of Operational Research*, **180**(2), pp. 601-616 (2007).
  13. Sarmah, S., Acharya, D. and Goyal, S.J.E.J.o.O.R. “Coordination and profit sharing between a manufacturer and a buyer with target profit under credit option”, *European Journal of Operational Research*, **182**(3), pp. 1469-1478 (2007).
  14. Saha, S. and Goyal, S.J.I.J.o.P.E. “Supply chain coordination contracts with inventory level and retail price dependent demand”, *International Journal of Production Economics*, **161**, pp. 140-152 (2015).
  15. Zarei, J. Rasti-Barzaki, M. and Hejazi, S.R. “Coordination of pricing policies and cooperative advertising considering the costs of inventory in a two-level supply chain: a gametheoretic approach”, *Sharif Scientific Journal*, **34**(1), pp.51-61 (2018).
  16. Weng, Z.K.J.M.s. “Channel coordination and quantity discounts”, *Management science*, **41**(9), pp. 1509-1522 (1995).
  17. Cachon, G.P. and Lariviere, M.A.J.M.s. “Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: strengths and limitations”, *Management science*, **51**(1), pp. 30-44 (2005).
  18. Chen, F., Federgruen, A. and Zheng, Y.-S.J.M.s. “Coordination mechanisms for a distribution system with one supplier and multiple retailers”, *Management science*, **47**(5), pp. 693-708 (2001).
  19. Krichen, S., Laabidi, A. and Abdelaziz, F.B. “Single supplier multiple cooperative retailers inventory model with quantity discount and permissible delay in payments”, *Computers & Industrial Engineering*, **60**(1), pp. 164-172 (2011).
  20. Wang, Q. and Wang, R.J.N.R.L. “Quantity discount pricing policies for heterogeneous retailers with price sensitive demand”, *Naval Research Logistics*, **52**(7), pp. 645-658 (2005).
  21. Li, L., Wang, Y. and Dai, W. “Coordinating supplier retailer and carrier with price discount policy”, *Applied Mathematical Modelling*, **40**(1), pp. 646-657 (2016).
  22. Yin, S., Nishi, T. and Grossmann, I.E.J.T.I.J.o.A.M.T. “Optimal quantity discount coordination for supply chain optimization with one manufacturer and multiple suppliers under demand uncertainty”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, **76** (5-8), pp. 1173-1184 (2015).
  23. Mohammaditabar, D., Ghodsypour, S.H. and Hafezalkotob, A.J.I.J.o.P.E. “A game theoretic analysis in capacity-constrained supplier-selection and cooperation by considering the total supply chain inventory costs”, *International Journal of Production Economics*, **181**, pp. 87-97 (2016).
  24. Niknamfar, A. and Pasandideh, S.H. “Modeling and solving a remanufacturing problem within queuing approach”, *Sharif Scientific Journal*, **30**(1) pp. 118-111 (2014).
  25. Bahrami, Z. and Pasandideh, S.H. “Joint optimization of the retailer’s price, replenishment cycle and production rate in a VMI system with discounting using game theory”, *Sharif Scientific Journal*, **34**(1), pp.79-88 (2019).
  26. Yang, H. and et al. “The impact of customer returns in a supply chain with a common retailer”, *European Journal of Operational Research*, **256**(1), pp. 139-150 (2017).
  27. Li, W. and et al. “Money-back guarantee and personalized pricing in a stackelberg manufacturer’s dual-channel supply chain”, *International Journal of Production Economics*, **197**, pp. 84-98 (2018).
  28. Chen, B. and Chen, J.J.E.J.o.O.R “When to introduce an online channel, and offer money back guarantees and personalized pricing?”, *European Journal of Operational Research*, **257**(2), pp. 614-624 (2017).
  29. Venegas, B.B. and Ventura, J.A.J.E.J.o.O.R. “A two-stage supply chain coordination mechanism considering price sensitive demand and quantity discounts”, *European Journal of Operational Research*, **264**(2), pp. 524-533 (2018).