

## مدل‌سازی رفتار منطقی خریدار و فروشنده در سیستم تجارت آنلاین با استفاده از شبیه‌سازی عامل‌محور

محمد قنبری<sup>۱</sup>، طاها کشاورز<sup>۲\*</sup>، مجید شخصی‌نئی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۰

### چکیده

شهرت و محبوبیت سیستم‌های تجارت آنلاین به دلیل پایین‌تر بودن زمان و هزینه لازم برای انجام معامله و همچنین وجود انتخاب‌های گسترده‌تر برای خریدار، افزایش چشم‌گیری داشته است. در تجارت آنلاین، مسافت بین خریدار و فروشنده می‌تواند بر اعتماد خریدار اثرگذار باشد. به علاوه هزینه‌های ارسال کالا نیز در تصمیم‌گیری خریدار نقش مهمی دارد. در این پژوهش رویکرد ترکیبی نظریه بازی-شبیه‌سازی عامل‌محور برای ارزیابی یک سیستم تجارت آنلاین ارائه شده است که در آن یک سیستم مرکزی مدیریت شهرت توسط شخص سوم مورد اعتماد استفاده می‌شود. همچنین با در نظر گرفتن موقعیت مکانی برای اشخاص، هزینه‌ی حمل و نقل و ارسال کالا نیز به مدل اضافه شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که در تجارت الکترونیک می‌توان با سیاست‌های تخفیف، اثر هزینه‌های ارسال کالا برای مشتری را کاهش داد تا هم مشتری بتواند از مزیت گزینه‌های بیشتر در انتخاب خود بهره‌برد و هم بازار رقابت کامل‌تری برای فروشنده‌ها ایجاد شود.

**واژه‌های کلیدی:** تجارت آنلاین، مدل‌سازی رفتار، مدیریت شهرت، شبیه‌سازی عامل‌محور، هزینه ارسال کالا

**طبقه‌بندی JEL:** L81, G41, D40, C72, C63

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

۱. کارشناس ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
۲. استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. (نویسنده مسئول):  
(taha\_keshavarz@semnan.ac.ir)
۳. دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

## مقدمه

علیرغم رشد روز افزون سیستم‌های تجارت الکترونیک<sup>۱</sup>، شواهد نشان می‌دهد اعتماد خریداران نسبت به خرید آنلاین پایین‌تر از خرید حضوری است و خریداران سخت‌تر به خرید آنلاین اعتماد می‌کنند. مطالعه‌ها نشان داده است که شهرت نقش بسیار مهمی در کاهش ریسک خریدار در محیط تجارت الکترونیک دارد (آرینگیری<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). شهرت، نه تنها نتیجه‌ی تجربه‌ی شخصی و مستقیم خریدار است؛ بلکه هر نوع ارتباط دیگر مثل امتیاز یا رتبه و نظرسنجی، که شامل اطلاعاتی درباره‌ی فروشنده باشد را شامل می‌شود (لاپاس<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). یک سیستم شهرت آنلاین<sup>۴</sup> از باورها و نظرها درباره‌ی شخصی یا چیزی تشکیل شده که راه‌حلی برای تضمین اعتماد تراکنش در محیط تجارت آنلاین است. از آنجایی که در تجارت آنلاین، خرید بدون مراجعه به فروشگاه انجام می‌شود؛ خریدار کالا را از نزدیک نمی‌بیند و برای تحویل کالا ممکن است مجبور به پرداخت هزینه بوده و کالا را نیز با مدتی تأخیر دریافت کند. به طور خاص، در خصوص تحویل، خریدار ممکن است با مشکلاتی از قبیل: تحویل کالا در زمان عدم حضور، تأخیر در تحویل، هزینه‌های تحویل بالا و کالاهای آسیب دیده روبرو شوند. از دیرباز تعامل‌های بین خریدار و فروشنده در رویکرد نظریه بازی‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله نیز از رویکرد نظریه بازی‌ها برای مدل‌سازی رفتار منطقی اشخاص و سیستم مدیریت شهرت استفاده شده است. شایان ذکر است که به دلیل پیچیده‌بودن راه‌حل‌های مربوطه، استفاده از این رویکرد در عمل محدود بوده است (آرینگیری و همکاران، ۲۰۱۷). باید توجه داشت که چنین پیچیدگی مربوط به تنها یک تراکنش نیست بلکه به این واقعیت وابسته است که شهرت نتیجه‌ی دو مورد است: (۱) انجام شدن تعدادی تراکنش بین تعدادی خریدار و فروشنده که لزوماً می‌توانند یکسان نباشند و (۲) اشتراک‌گذاری نتایج تراکنش‌ها با سایر خریداران و فروشندگان که این اشتراک‌گذاری نشان دهنده‌ی تأثیر یادگیری در بازی‌های تکرارپذیر است. یک راه‌حل برای کنار آمدن با چنین پیچیدگی‌هایی، بهره‌گیری از قابلیت‌های شبیه‌سازی عامل‌محور<sup>۵</sup> است (گیلبرت<sup>۶</sup>، ۲۰۰۸). در این رویکرد، مجموعه‌ای از قوانین، رفتار عامل‌ها و تعامل‌های آن‌ها با محیط مشخص می‌شود که در نتیجه، حالت و موقعیت هر عامل تعیین می‌شود (آرینگیری و همکاران، ۲۰۱۷). با این شرایط می‌توان رفتار عامل‌ها را مورد بررسی قرار داد و اطلاعات لازم را استخراج کرد.

در تجارت آنلاین زمان ارسال کالا، نحوه و هزینه‌ی ارسال و به طور کلی موارد دیگری که از لحظه‌ی تأیید خرید از سوی خریدار تا دریافت کالا، بر تراکنش انجام شده اثرگذار است، اهمیت بالایی دارند. باور بر این است که این هزینه بر تصمیم‌گیری خریدار برای انتخاب فروشنده اثرگذار است و باعث می‌شود خریدار تمایل کمتری به خرید از فروشندگان اینترنتی و از بین آن‌ها فروشندگان غیر همشهری خود نشان دهد. چرا که در غیر این صورت مستلزم پرداخت هزینه‌ی حمل و نقل بیشتری خواهد بود. همچنین رفتار فروشنده‌ها با خریداران همشهری خود نیز متفاوت است. چرا که در صورت تقلب در تحویل

1. E-commerce  
2. Aringhieri  
3. Lappas

4. Reputation Management System  
5. Agent-Based Simulation (ABS)  
6. Gilbert

کالا توسط فروشنده، خریدار امکان پیگیری راحت‌تری دارد. از این رو به دنبال ارزیابی سیاستی هستیم که باعث کاهش این گونه تأثیرات بر بازار رقابت اینترنتی شود.

در بخش ۲ ادبیات موضوع مرور شده و سپس مدل پیشنهادی در بخش ۳ ارائه شده است. ارزیابی عددی در بخش ۴ ارائه شده که رفتار مدل را با بررسی تعدادی سناریو مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در انتها بخش ۵ به نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی می‌پردازد.

### مروری بر پیشینه پژوهش

در این بخش مهم‌ترین تحقیقات مرتبط با این پژوهش مرور شده‌اند که در دو دسته‌ی پژوهش‌های پیرامون مدیریت شهرت، مدل‌سازی و شبیه‌سازی عامل‌محور و بازار تجارت آنلاین و پژوهش‌های پیرامون مدل‌سازی و شبیه‌سازی رفتار و قیمت‌گذاری کالا و خدمات قرار می‌گیرند.

ریاضتی و همکاران (۲۰۱۹) افزایش صداقت فروشنده‌ها را در بازارچه‌های آنلاین مورد بررسی قرار داده‌اند و مکانیزم تشویق و تنبیه را به گونه‌ای طراحی کردند که با تنظیم یک هزینه برای ورود به بازار، فروشندگان ترغیب شوند که صداقت بیشتری داشته باشند. آن‌ها به کمک شبیه‌سازی و اثبات ریاضی نشان دادند که با در نظر گرفتن مقدار پارامترهای مناسب برای مکانیزم ارائه شده می‌توان در برابر مشکل‌هایی مثل نظره‌های دروغین و تکراری مقاوم شد. تفاوت مکانیزمی که آن‌ها ارائه کردند با مکانیزم‌های مرتبط با شهرت و اعتماد در این است که آن‌ها تمرکزشان بر روی مقدار هزینه‌های تراکنش بوده است.

چاووسکی و مارکوویچ<sup>۱</sup> (۲۰۱۷) امکان استفاده از مدل‌سازی و شبیه‌سازی عامل‌محور در بررسی افراد در وبسایت‌های فروش اینترنتی را مورد بررسی قرار دادند. مدل آن‌ها در ارزیابی عمومی‌ترین سیستم‌های تجارت آنلاین می‌تواند قابل استفاده قرار بگیرد و ارزیابی رفتار افراد و پیامدهای استراتژی‌های مختلف تجارت را تحلیل کند. بورشف و فیلیپف<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) نشان دادند که شبیه‌سازی عامل‌محور نسبت به شبیه‌سازی گسسته پیشامد و دینامیک سیستم در بررسی رفتارهای پیچیده و شاخص‌ها و تعامل‌های موجود در سیستم‌ها، دارای برتری است و دید بهتری نسبت به سیستم واقعی در اختیار قرار می‌دهد. آن‌ها همچنین نشان دادند که شبیه‌سازی عامل‌محور می‌تواند برای سیستم‌هایی که شامل اشیای فعال، زمان‌بندی و یا دیگر رفتارهای گوناگون اشخاص باشد؛ نتایج نزدیکتری نسبت به دنیای واقعی فراهم کند.

آرینگیری و همکاران (۲۰۱۸) مدل ترکیبی نظریه بازی‌ها و شبیه‌سازی عامل‌محور را با در نظر گرفتن یک سیستم مدیریت شهرت مرکزی در نظر گرفتند و تأثیر شهرت را بر تراکنش‌های بازار تجارت الکترونیکی مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها یک سیستم بیمه بازگشت کالا را برای تضمین بیشتر تراکنش و اعتماد بیشتر فروشندگان معرفی و تحلیل کردند. ژیانگ<sup>۳</sup> و همکارانش (۲۰۱۸) به کمک مدل‌سازی و شبیه‌سازی عامل‌محور، رفتار تصمیم‌گیری خرده‌فروشان اینترنتی را مورد بررسی قرار دادند و به کمک شبیه‌سازی مقادیر پارامترهای مورد نظرشان، تعامل بین خریداران و فروشنده‌ها در بستر اینترنت را تحلیل حساسیت کردند. وو<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۲۲) با توجه به ماهیت فرامرزی مبادلات تجارت الکترونیک بر اهمیت

<sup>1</sup>. Čavoški and Marković  
<sup>2</sup>. Borshchev and Filippov

<sup>3</sup>. Jiang  
<sup>4</sup>. Wu

نظارت دولت در این زمینه تاکید می‌کنند. آن‌ها به کمک یک مدل نظریه بازی‌ها سه استراتژی مختلف بازرسی توسط گمرک را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند.

ژی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸) اثر تخفیف بر بهبود شهرت فروشنده‌ی اینترنتی را مورد بررسی قرار دادند و مقدار بهینه‌ی نرخ تخفیف را در جهت بهینه کردن شهرت فروشنده به دست آوردند. آن‌ها نشان دادند که فروشنده‌ها می‌توانند با در نظر گرفتن درصد تخفیف برای کالا مشتری‌های بیشتری به خود جذب کنند و مشتری‌ها نیز با خرید کالا با قیمت کمتر، احساس رضایت بیشتری می‌کنند. هانتولا و برایانت<sup>۲</sup> (۲۰۰۵) اثر تخفیف بر مدت زمان تحویل را برای فروشگاه‌های آنلاین مورد بررسی قرار دادند. ایده‌ی اصلی آن‌ها تمایل افراد به معامله‌ی پول به جای زمان است به این صورت که تحویل سریع کالا در روز بعد همراه با هزینه بوده و در صورتی که تحویل در سایر روزها توافق شود؛ رایگان باشد. هزینه‌ی ارسال برای تحویل سریع، به صورت درصدی از قیمت کالا در نظر گرفته شده و سپس رفتار مشتری از نظر اقتصادی شبیه‌سازی شده است. نیو<sup>۳</sup> (۲۰۲۲) از داده کاوی برای تحلیل رفتار و بررسی ترجیحات مشتریان تجارت الکترونیک استفاده کرده است.

کویونچو و باتاچاریا<sup>۴</sup> (۲۰۰۴) به کمک مدل لجستیک اثر قیمت، ریسک پرداخت و مشکل‌های تحویل را بر تصمیم‌گیری و تعداد دفعات خرید در تجارت آنلاین تخمین زده و مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج ارائه شده توسط آن‌ها این نکته را بیان می‌کند که اشخاص میل بیشتری به خرید اینترنتی دارند چرا که به آن‌ها این امکان را می‌دهد که خرید سریع‌تر و با قیمت‌های کمتری انجام دهند. نتایج این تحقیق نشان داده است که دلایل عدم تمایل به خرید اینترنتی، زمان تحویل طولانی‌تر، هزینه‌ی ارسال زیاد و ریسک‌های مربوط به فرایند پرداخت در خرید اینترنتی بوده است.

مورگانتی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۴) گزینه‌های جایگزین تحویل کالا درب منزل را مورد مقایسه قرار دادند. سپس عوامل موثر در گسترش خدمات‌های تحویل را با توجه به استراتژی‌های ارائه دهنده‌های خدمات‌ها، تاجران آنلاین و ترجیح مشتری مورد ارزیابی قرار دادند. ژو<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۸) تجربه‌ی خریدار را با خدمات‌های تحویل و ارسال مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نتایج نشان‌گر این بوده است که شکافی بین گزینه‌های تحویل کالای فعلی که توسط فروشنده‌های اینترنتی در اختیار خریداران می‌گذارند و انتظار مشتری‌ها وجود دارد. سیوپی<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۹) طی یک مقاله مروری، ادبیات موضوع حضور شرکت‌ها در فضای آنلاین و مفهوم شهرت آنلاین را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند.

خلاصه‌ای از تعدادی از پژوهش‌های انجام شده در زمینه مدیریت شهرت در جدول ۱ آمده است. همچنین تحقیقات صورت گرفته در زمینه شبیه‌سازی رفتار و قیمت‌گذاری کالا و خدمات در جدول ۲ خلاصه شده است.

1. Xie  
2. Hantula, and Bryant  
3. Niu  
4. Koyuncu, and Bhattacharya

5. Morganti  
6. Xu  
7. Cioppi

جدول (۱) پژوهش‌های پیرامون مدیریت شهرت، مدل‌سازی و شبیه‌سازی عامل‌محور و تجارت آنلاین

پژوهشگران	سال	عنوان پژوهش	هدف پژوهش	رویکرد یا روش پژوهش
ریاضتی و همکاران	۲۰۱۸	مکانیزم تشویقی برای ارتقاء صداقت در بین فروشندگان در بازارهای الکترونیکی	مفاهیم صداقت در بازار الکترونیکی	مدل‌سازی ریاضی
بورشف و فیلیف	۲۰۰۴	از دینامیک سیستم و رویداد گسسته گرفته تا مدل‌سازی مبتنی بر عامل عملی	مقایسه‌ی روش‌ها و ابزارهای شبیه‌سازی	شبیه‌سازی
ژیانگ و همکاران	۲۰۱۸	بررسی استراتژی قیمت و تصمیم‌گیری خرده‌فروشان و مصرف‌کنندگان الکترونیکی	بررسی استراتژی‌های قیمت‌گذاری در تجارت آنلاین	شبیه‌سازی عامل‌محور Topsis
ژی و همکاران	۲۰۱۸	تقویت اعتبار و شهرت از طریق تخفیف قیمت در سیستم‌های تجارت الکترونیکی؛ یک رویکرد مبتنی بر داده	مدیریت و تقویت شهرت	داده‌محور

جدول (۲) پژوهش‌های پیرامون مدل‌سازی و شبیه‌سازی رفتار و قیمت‌گذاری کالا و خدمات

پژوهشگران	سال	عنوان پژوهش	هدف پژوهش	رویکرد یا روش پژوهش
نیو	۲۰۲۲	تحقیق در مورد سیستم پاسخگویی به سوالات استخراج ویژگی مشتری تجارت الکترونیک بر اساس تحلیل معنایی هوش مصنوعی	بررسی ترجیحات مشتریان	داده‌محور
چاووسکی و مارکوویچ	۲۰۱۷	مدل‌سازی و شبیه‌سازی مبتنی بر عامل در تحلیل رفتار مشتری در سایت‌های تجارت الکترونیکی B2C	تحلیل رفتار اشخاص به ویژه خریداران	مدل‌سازی و شبیه‌سازی عامل‌محور
مورگانتی و همکاران	۲۰۱۴	تاثیر تجارت آنلاین بر تحویل‌های نهایی، خدمات جایگزین تحویل کالا در فرانسه و آلمان	خدمات تحویل کالا موجود و گسترش آن	داده‌محور
ژو و همکاران	۲۰۰۸	آخرین مایل تجارت الکترونیکی - تحویل بدون مراقبت از دیدگاه مصرف‌کنندگان و eTailers	یافتن ضعف موجود در سیاست‌های تحویل کالا	تحلیلی
هانتولا و برایانت	۲۰۰۵	تاخیر در تخفیف هزینه‌های تحویل را در یک شبیه‌سازی تجارت الکترونیکی تعیین می‌کند؛ یک چشم‌انداز اقتصادی رفتاری	قیمت‌گذاری و تخفیف در هزینه‌های تحویل	تحلیل اقتصادی و شبیه‌سازی
کویونچو و باتاچاریا	۲۰۰۴	تأثیرات سرعت، قیمت، ریسک پرداخت و مشکلات تحویل به صورت آنلاین	بررسی تاثیر مشکلات تحویل	داده‌محور
آرینگیری و همکاران	۲۰۱۷	مدل‌سازی رفتار منطقی اشخاص در بستر تجارت آنلاین	بررسی معرفی سیستم بیمه	ترکیبی عامل‌محور و نظریه‌ی بازی

در مرور ادبیات برای مدل‌سازی رفتار اشخاص در بازار تجارت آنلاین، به ندرت از نظریه‌ی بازی‌ها استفاده شده است. این به دلیل حجم زیاد اطلاعاتی است که در بازار تجارت آنلاین تولید می‌شود و تحلیل نتایج را مشکل می‌سازد.

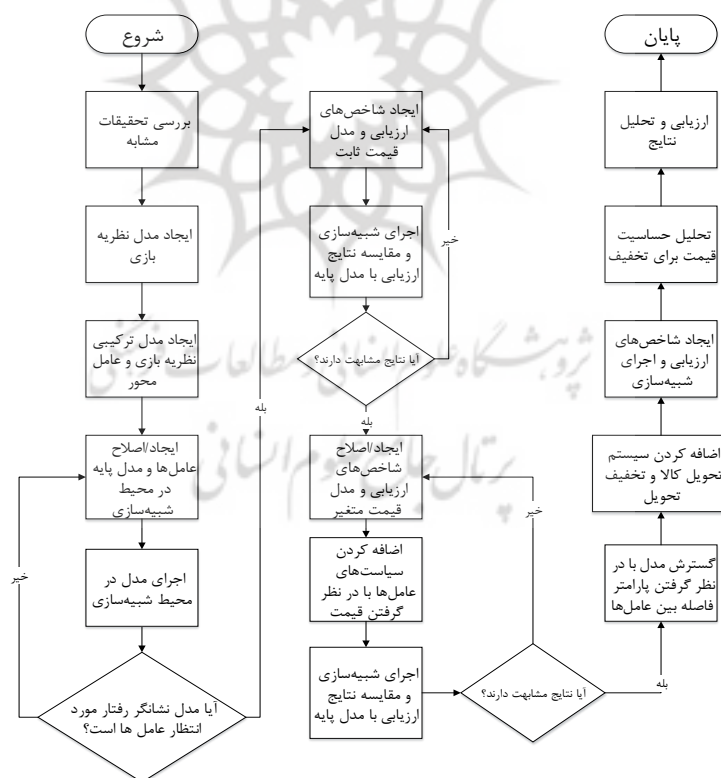
هنگامی که خدماتی به صورت اینترنتی معامله می‌شود و یا کالایی مجازی مانند یک کتاب الکترونیکی به فروش می‌رسد؛ در برخی از موارد تحویل خدمت یا کالا به صورت آنی انجام می‌شود. در برخی از موارد نیز ارسال کالای فیزیکی و تحویل آن به خریدار شامل زمان و هزینه‌ای خواهد بود. همانطور که در ادبیات بیان شده است؛ افراد ترجیح می‌دهند خرید اینترنتی بیشتری داشته باشند زیرا خرید آنلاین

اجازه می‌دهد سریعتر خرید خود را انجام دهند و قیمت‌های بهتری را نیز در اختیار خریدار قرار می‌دهد. اما از طرف دیگر، افراد با توجه به اینکه پرداخت‌های آنلاین دارای ریسک‌هایی نیز هست و نیاز به زمان تحویل طولانی‌تری داشته و هزینه‌ی حمل و نقل کالا را نیز دربردارد؛ ممکن است از خرید اینترنتی خودداری کنند. از این رو در این پژوهش، برای کاهش ریسک‌های خریدار، سیستم مدیریت شهرت مرکزی مانند پژوهش آرینگیری و همکاران (۲۰۱۸) مورد استفاده قرار گرفته است.

نوآوری اصلی این پژوهش در مقایسه با رویکرد آرینگیری و همکاران (۲۰۱۸)، اضافه نمودن موقعیت مکانی برای اشخاص سیستم، هزینه ارسال کالا و سیاست مربوط به آن است. شایان ذکر است که علیرغم جستجوهای متعدد انجام شده توسط نویسندگان این مقاله، تحقیقی یافت نشد که ساعت تحویل انعطاف‌پذیر، کاهش قیمت و تحویل سریع را مورد بررسی قرار داده باشد و از این رو، مدل ترکیبی نظریه‌ی بازی‌ها و شبیه‌سازی عامل‌محور با در نظر گرفتن ملاحظات مذکور توسعه داده شده است که در ادامه شرح داده می‌شود.

## روش تحقیق

روش تحقیق استفاده شده در این پژوهش در شکل ۱ نمایش داده شده است. هر یک از گام‌های موجود در این شکل در زیربندهای ادامه توضیح داده شده‌اند.



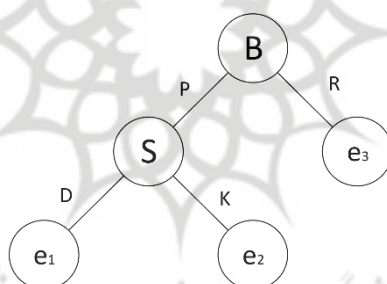
شکل (۱) روش تحقیق مورد استفاده

### مدل پایه و نظریه بازی‌ها

مدل پایه‌ی شرایط موجود در تجارت آنلاین را می‌توان با یک بازی دو نفره متشکل از خریدار ( $B$ ) و فروشنده ( $S$ ) ارائه کرد. با در نظر گرفتن تنها یک تراکنش برای یک کالا از فروشنده به خریدار، خریدار ابتدا باید بین خرید کالا ( $P$ ) و یا صرف نظر کردن از خرید ( $R$ ) انتخاب نماید. سپس اگر خریدار تصمیم به خریدن کالا ( $P$ ) بگیرد؛ فروشنده باید تصمیم بگیرد که آیا کالا را به دست مشتری برساند ( $D$ ) و یا پول و کالا را هر دو برای خود نگه دارد ( $K$ ). این شرایط منجر به ایجاد شدن یک بازی غیرهمکارانه با مجموعه بازیکنان  $N = \{B, S\}$ ، مجموعه استراتژی‌های خریدار  $\sum B = \{P, R\}$  و مجموعه استراتژی‌های فروشنده  $\sum S = \{D, K\}$  می‌شود.

با استفاده از حالت نمایش گسترده، می‌توان نمایش درختی مطابق با شکل ۲ را در نظر گرفت که خروجی‌ها بیانگر شرایط زیر هستند:

- $e_1$ : خریدار تصمیم به خرید کالا گرفته و پس از پرداخت، کالا را تحویل گرفته است.
- $e_2$ : خریدار تصمیم به خرید کالا گرفته ولی پس از پرداخت، فروشنده کالا و پول را نزد خود نگه داشته است. البته لازم به ذکر است که خروجی  $e_2$  ممکن است شامل شرایط دیگری که در آن خریدار پرداخت را انجام می‌دهد اما کالایی که به دست او می‌رسد برایش رضایت‌بخش نیست؛ نیز بشود.
- $e_3$ : خریدار تصمیم به نخریدن کالا می‌گیرد و تراکنش انجام نمی‌شود.



شکل (۲) نمایش درختی حالت گسترده بازی

تمایل پایان بازی با در نظر گرفتن پیامد هر کدام برای بازیکنان به صورت زیر است:

$$e_1 >_B e_3 >_B e_2$$

$$e_2 >_S e_1 >_S e_3$$

هنگامی که ریسک‌گریزی خریدار بالا باشد آنگاه بهترین انتخاب  $R$  است که خروجی  $e_3$  اتفاق نیفتد؛ مگر این که به میزان کافی تضمین به خریدار داده شود که اطمینان حاصل شود که فروشنده کالا را به بهترین شکل تحویل می‌دهد. تصمیم نهایی خریدار نه تنها تحت تاثیر سطح ریسک‌گریزی است؛ از تضمین فروشنده هم برای تحویل کالا تاثیر می‌پذیرد. در این وضعیت، شهرت فروشنده نقش اساسی را برای اطمینان خریدار به فروشنده دارد.



برای گسترش بازی پایه نشان داده شده در شکل ۲ به شرایط دنیای واقعی، دو نکته زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- مفهوم شهرت نیازمند تعداد بالایی تراکنش توسط فروشنده است تا بتواند برای خود شهرت کسب کند که این خود سبب می‌شود درخت نتیجه‌گیری به اندازه زیادی بزرگ شود.
- حتی با انجام تعداد قابل قبول تراکنش با یک فروشنده، نمی‌توان آن را به عنوان یک بازی تکراری در نظر گرفت چرا که خریدار به طور معمول در هر تراکنش متفاوت است. در نتیجه‌ی آن نمی‌توان از نتایج موجود در تحقیقات بازی‌های تکراری استفاده نمود.

از این رو، دو نکته اصلی را باید در نظر داشت: (۱) مدل پایه بسیار ساده است ولی با اضافه کردن تکرارهای زیاد بسیار پیچیده می‌شود و (۲) یک پایان از بازی وجود دارد که هر دو عامل با توجه به در نظر گرفتن کم‌ریسک‌ترین خروجی یا عدم انجام تراکنش، به آن تمایل دارند، که با تعداد زیاد بازیکنان و خروجی‌ها مخفی مانده است.

یک حالت ممکن از پیاده‌سازی مدل، تعریف بازی بیزی است. این مدل امکان اتکا به پیامدهای نامعین مرتبط با رفتار مختلف بازیکنان را بر اساس یک توزیع احتمال فراهم می‌کند. به طور مثال، خریدار ممکن است دو دسته فروشنده را در نظر بگیرد: راستگو  $S'$  و متقلب  $S''$  که تمایل‌های آن‌ها به ترتیب  $e_p >_{S'} e_p >_{S''}$  و  $e_p >_{S''} e_p >_{S'}$  است. باید توجه داشت که فروشنده‌ی راستگو  $S'$  و خریدار تمایل‌های یکسانی دارند که باعث می‌شود در صورت اعتماد خریدار به صداقت فروشنده، احتمال انجام تراکنش بیشتر شود. برای داشتن مدلی نزدیک‌تر به واقعیت، فروشنده‌های مختلف باید سطح صداقت متفاوتی داشته باشند تا نه تنها عناصر مربوط به فروشنده مثل توضیحات صحیح درباره کالا یا با کیفیت بودن خدمات تحویل باشد؛ بلکه عوامل غیر مرتبط با فروشنده مثل خراب‌شدن کالا را نیز شامل شود. همچنین یک مدل واقع‌گرایانه باید خریدارهای متفاوتی را بر اساس سطح ریسک‌گریزی آن‌ها در نظر بگیرد. نتیجه این خواهد بود که ممکن است مدل بیزی به دلیل دشواری در نظر گرفتن داده‌های مناسب و همچنین پیچیدگی بالای محاسباتی غیرقابل بررسی باشد.

### مدل ترکیبی پایه با فرض قیمت ثابت

در این بخش ابتدا مدل ترکیبی پایه معرفی می‌شود که مفروض اصلی آن در نظر گرفتن قیمت یکسان برای تمام تراکنش‌ها است. به این معنی که فروشنده‌ها کالا یا خدمات خود را با قیمت یکسانی به فروش می‌رسانند. دلیل اصلی این مفروض، ساده‌سازی توضیح مدل و اعتبارسنجی آن است. سپس برای در نظر گرفتن شرایط واقع‌گرایانه‌تر، مدل با در نظرگیری قیمت متغیر توسعه داده شده است.

جمعیتی تشکیل شده از  $n$  شخص را در نظر بگیرید که به دو دسته‌ی  $n_B$  خریدارها و  $n_S$  فروشنده‌ها تقسیم شده‌اند. فرض می‌شود که در هر بازه‌ی زمانی  $t = 1, 2, 3, \dots, T$ ، تعداد تراکنش انجام می‌شود. از میان آن‌ها  $m_t^c$  تعداد تراکنش‌های کامل شده (خریدار خرید را انجام داده باشد) و  $m_t^h$  تراکنش‌های کامل شده بدون تقلب است. واضح است که با این شرایط  $m_t \geq m_t^c \geq m_t^h$  خواهد بود و  $m_t - m_t^c$



تعداد تراکنش‌هایی خواهند بود که خریدار از انجام تراکنش صرف نظر کرده است، که در شکل ۲ با  $e_p$  مشخص شده است.

ابتدا برای سیستم تجارت آنلاین، شهرت (اعتبار) کل سیستم ( $\beta$ ) در طول زمان به شکل زیر تعریف می‌شود (آرینگیری و همکاران، ۲۰۱۸):

$$\beta(\cdot) = \beta. \quad (۱)$$

$$\beta(t+1) = (1 - w_\beta)\beta(t) + w_\beta \frac{m_t^h}{m_t^c} \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (۲)$$

مقدار  $\beta(t+1)$  شهرت کل سیستم را پس انجام تعداد  $m_t^c$  تراکنش نشان می‌دهد (ابتدای بازه‌ی زمانی بعدی). همچنین مقادیر  $w_\beta \in [0, 1]$  و  $\beta \in [0, 1]$  به ترتیب شهرت اولیه کل سیستم در ابتدای بازه‌ی زمانی و وزن داده شده به پیامدهای تراکنش‌های پیشین است. به عبارت دیگر مقدار شهرت سیستم در ابتدای بازه‌ی زمانی و نسبت تعداد تراکنش‌های صحیح انجام شده به کل تراکنش‌ها، در طول بازه‌ی زمانی پیشین، مقدار شهرت در ابتدای بازه‌ی زمانی بعدی را تعیین می‌کنند.

در این بازی عامل سوم بی‌طرفی به عنوان ناظر در نظر گرفته می‌شود که مدیریت شهرت‌ها را به طور مرکزی مشخص می‌کند. در این شرایط فروشندگان کیفیت محصول خود را اعلام می‌کنند اما بازار الکترونیکی همان کیفیت را به خریدار اعلام نمی‌کند. در حقیقت، این سیستم بر اساس مقایسه‌ی کیفیتی که از طرف فروشنده اعلام می‌شود و کیفیت اعلام شده توسط خریداران در معاملات قبلی این فروشنده، کیفیت را مشخص می‌کند. در صورت درخواست خریدار این عامل شهرت (یا کیفیت)  $\rho$  فروشنده  $s$  را در دسترس قرار می‌دهد که به صورت دوره‌ای پس از پایان هر تراکنش، با دریافت بازخورد خریدار از آن تراکنش، به روزرسانی می‌شود. شهرت فروشنده  $s$  مشابه شهرت کل سیستم تعریف می‌شود. شهرت فروشنده  $\rho_s(t+1)$  در ابتدای بازه‌ی زمانی  $t+1$  بستگی به شهرت فروشنده در ابتدای بازه‌ی زمانی  $t$  ( $\rho_s(t)$ ) و پیامدهای تراکنش‌های اخیر او دارد:

$$\rho_s(\cdot) = \rho^s. \quad (۳)$$

$$\rho_s(t+1) = (1 - w_\rho^s)\rho_s(t) + w_\rho^s T_t^s \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (۴)$$

که در آن  $T_t^s$  نسبت بین تعداد تراکنش‌های صحیح به تعداد کل تراکنش‌های فروشنده  $s$  در بازه‌ی زمانی  $t$  است.  $\rho_0^s \in [0, 1]$  و  $w_\rho^s \in [0, 1]$  به ترتیب شهرت اولیه فروشنده و وزن پیامد آخرین تراکنش‌ها هستند. به عبارت دیگر شهرت فروشنده در ابتدای بازه‌ی زمانی و نسبت تعداد تراکنش‌های صحیح انجام شده به کل تراکنش‌های این فروشنده در طول بازه‌ی زمانی، مقدار شهرت در شروع بازه‌ی زمانی بعدی را تعیین می‌کنند. برای خریدارها نیز تجربه‌ی شخصی ( $\gamma_b$ )، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\gamma_b(\cdot) = \gamma_b. \quad (۵)$$

$$\gamma_b(t+1) = (1 - w_\gamma^b)\gamma_b(t) + w_\gamma^b T_t^b \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (۶)$$

که در آن  $T_t^b$  برابر با ۱ است اگر آخرین خروجی  $e_1$  باشد و صفر است اگر آخرین خروجی  $e_p$  باشد و در غیر اینصورت  $\gamma_b(t)$  است. که در آن  $\gamma_b \in [0, 1]$  و  $W_b^b \in [0, 1]$  به ترتیب مقدار اولیه تجربه‌ی شخصی خریدار و وزن آخرین پیامد هستند. به عبارت دیگر تجربه‌ی شخصی خریدار در ابتدای بازه‌ی زمانی و آخرین تجربه‌ی خرید او، مقدار تجربه‌ی شخصی خریدار، در ابتدای بازه‌ی زمانی بعدی را تعیین می‌کنند. در نهایت می‌توان نحوه‌ی تصمیم‌گیری خریدار را مدل‌سازی کرد. تصمیم خریدار در حالت ارایه قیمت‌های مساوی، به شهرت کل سیستم، تجربه‌ی شخصی خریدار و شهرت فروشنده بستگی دارد. مدل‌سازی تمایل خریدار به تکمیل خرید در بازه‌ی زمانی  $[t, t + 1]$ ، با مقدار  $W_b$  و به شکل زیر محاسبه می‌شود:

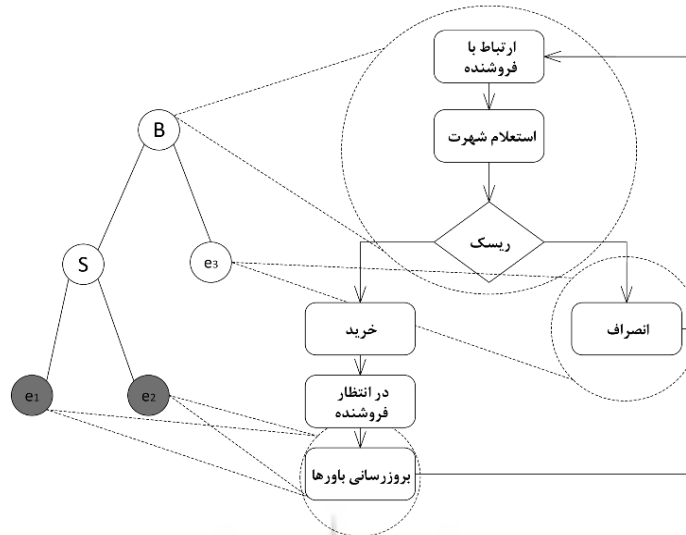
$$W_b = p_\beta^b \beta_{(t)} + p_\gamma^b \gamma_b(t) + (1 - p_\gamma^b - p_\beta^b) \rho_s(t) \quad (7)$$

که در آن  $p_\beta^b$  و  $p_\gamma^b \in [0, 1]$  وزن‌های داده شده به تجربه‌ی شخصی و شهرت کل سیستم (به طوری که  $p_\gamma^b + p_\beta^b \leq 1$ ) برای خریدار ( $b$ ) است. خریدار با احتمال  $(1 - z)$  تراکنش پیش رویش را انجام می‌دهد در صورتی که  $W_b > 1 - R_b$  باشد.  $z \in [0, 1]$  ضریب غیرمنطقی بودن و احتمال تصمیم‌گیری غیر عادی خریدار نسبت به رفتار معمولش و  $R_b$  تمایل خریدار به انجام ریسک در نظر گرفته شده است.

### عامل‌ها و محیط شبیه‌سازی

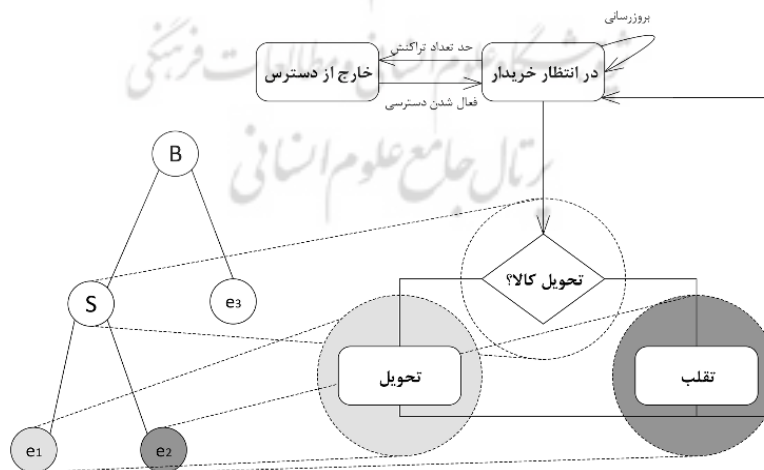
مدل شبیه‌سازی عامل‌محور پایه از سه عامل خریدار، فروشنده و ناظر تشکیل شده است. خریدارها و فروشنده‌ها در محیط شبکه‌ی «دنیای کوچک» قرار می‌گیرند. در این نوع شبکه، هر عامل احتمال ارتباط با عامل دیگر را دارد. از آن جایی که نیاز خریدار ممکن است در گذر زمان تغییر کند؛ در هر بازه‌ی زمانی  $t = 1, 2, \dots, T$  ارتباط‌های هر خریدار می‌تواند تغییر کند و با زمان‌های دیگر متفاوت باشد. در این شبکه، تنها تعدادی از فروشنده‌ها در یک بازه‌ی زمانی مشخص می‌توانند کالا را فراهم کنند چرا که ممکن است موجودی سایر فروشنده‌ها تمام شده باشد.

در هر بازه‌ی زمانی  $t = 1, 2, \dots, T$ ، خریدار مقدار شهرت مربوط به یکی از فروشنده‌های مرتبط را از ناظر استعلام می‌کند. پس از محاسبه‌ی مقدار  $W_b$  خریدار تصمیم به اعتماد به فروشنده و تکمیل تراکنش را می‌گیرد و یا تا بازه‌ی زمانی بعد صبر می‌کند. زمانی که یک تراکنش کامل می‌شود؛ خریدار بازخورد این تراکنش را به ناظر می‌رساند تا ناظر شهرت فروشنده را به‌روزرسانی کند. در ادامه تجربه‌ی شخصی خریدار نیز به‌روزرسانی می‌شود. شکل ۳، نمودار حالت مدل‌سازی شده برای خریدار را نمایش می‌دهد. در این شکل ارتباط حالت‌های مختلف با فرم گسترده (شکل ۲) نیز قابل مشاهده است.



شکل (۳) نمودار حالت خریدار

با توجه به شکل ۳، فروشنده در انتظار تکمیل خرید و پرداخت توسط خریدار می‌ماند. سپس با احتمال  $H_s(t)$  تصمیم به انجام صحیح تراکنش (تحويل کالا به بهترین شکل) می‌گیرد و یا به احتمال  $1 - H_s(t)$  در انجام تراکنش تقلب می‌کند. احتمال  $H(t)$  در طول زمان بر اساس سیاست‌های فروشنده تغییر می‌کند. انتقال حالت بین "در انتظار خریدار" و "خارج از دسترس" برای در نظر گرفتن این مهم است که فروشنده پس از کامل کردن تعداد  $L$  تراکنش، تا بازه‌ی زمانی بعدی از دسترس خارج شود. شکل ۴ نشان دهنده‌ی حالت مدل‌سازی شده برای فروشنده و همچنین ارتباط آن با فرم گسترده را نشان می‌دهد.



شکل (۴) نمودار حالت فروشنده

### سیاست‌های خریداران و فروشندگان

مدل پایه را می‌توان با در نظر گرفتن سیاست‌های مختلف برای خریداران و فروشندگان بسط داد. برای خریداران دو سیاست مختلف ساده برای انتخاب فروشنده در نظر گرفته شده است. سیاست اول انتخاب فروشنده از بین فروشندگان مرتبط به صورت تصادفی و سیاست دوم انتخاب فروشنده‌ی مرتبط با بیشترین مقدار شهرت ( $\rho_s$ ) است.

در خصوص سیاست فروشندگان برای به‌روزرسانی مقدار  $H_s(t)$ ، راه‌های مختلف و مرتبط با شهرت فروشنده در سیستم در نظر گرفته شده است. با فرض این که  $H$  مقدار اولیه صداقت فروشنده در ابتدای بازه‌ی زمانی باشد؛ ابتدا صداقت در طول زمان ثابت در نظر گرفته می‌شود و در دو حالت دیگر، زمانی که فروشنده شهرتش از یک مقدار مشخص پایین‌تر است ( $\rho_s < Q_{min}$ )؛ تصمیم به افزایش مقدار  $H_s(t)$  می‌گیرد تا بتواند تراکنش‌های بیشتری داشته باشد و زمانی که شهرتش از یک مقدار مشخص بالاتر است ( $\rho_s > Q_{max}$ )؛ تصمیم به کاهش مقدار  $H_s(t)$  می‌گیرد تا از شهرت خود سو استفاده کند و سود بیشتری کسب نماید (آرینگیری و همکاران، ۲۰۱۸). در سیاست‌های دیگر، صداقت فروشنده‌های با شهرت کمتر از  $Q_{min}$ ، به شدت تغییر می‌کند. این در حالی است که برای شهرت بیشتر از  $Q_{max}$ ، تغییر با سرعت پایین‌تری انجام می‌شود.

### مدل ترکیبی با قیمت‌های متغیر

در این حالت تأثیر پس‌انداز احتمالی خریداران در طول تراکنش (در صورت خرید کالا با قیمت کمتر از فروشنده‌ی دیگر) و ایجاد سیاست‌های جدید برای خریداران و فروشندگان باید مورد توجه قرار گیرد.  $C$  به عنوان هزینه اولیه‌ی تولید کالا یا خدمت و  $P_{max}$  به عنوان بیشترین قیمتی که کالا به فروش می‌رسد؛ تعریف شده‌اند.  $\pi_s(t)$  قیمتی است که توسط فروشنده در بازه‌ی زمانی  $t$  پیشنهاد می‌شود. قیمت اولیه کالا ( $\pi^s$ ) به گونه‌ای تعیین می‌شود که مقدار  $\pi_s(\cdot) = \pi^s$ ، در شرط  $C + \varepsilon < \pi^s \leq P_{max}$  صدق کند. مقدار  $\varepsilon$ ، کمترین مقدار سودی است که فروشنده برای خود در نظر می‌گیرد.

خریداران باید پیش از تصمیم به خرید، پس‌انداز احتمالی خود را مدنظر قرار دهند. سه سیاست مختلف از جمله ضوابط پس‌انداز برای انتخاب فروشنده پیشنهاد داده می‌شود و تمایل وی را برای انجام تراکنش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد:

- سیاست کمترین قیمت ( $b_1$ ): خریدار فروشنده‌ای را انتخاب می‌کند که کالا یا خدمات را با کمترین قیمت عرضه می‌کند.
- سیاست ریسک پایین - قیمت خوب ( $b_2$ ): خریدار تمام فروشندگانی که قیمت عرضه‌ی آن‌ها از قیمت میانگین ( $\pi_t$ ) پایین‌تر است را در نظر می‌گیرد و از بین آن‌ها فروشنده‌ای را انتخاب می‌کند که بهترین شهرت را دارد.
- سیاست قیمت پایین - شهرت خوب ( $b_3$ ): خریدار تمام فروشندگانی که شهرت آن‌ها از شهرت کل سیستم در آن لحظه بالاتر است را در نظر می‌گیرد و از بین آن‌ها فروشنده‌ای را انتخاب می‌کند که بهترین قیمت را پیشنهاد می‌دهد.

باید متذکر شد که خریدار اگر علاقه‌مند به پس انداز کردن باشد؛ تمایلش به ریسک کردن بیشتر است. چرا که در جهت پس انداز، خرید خود را از فروشنده‌ی با شهرت پایین‌تر و در نتیجه با ریسک بیشتری انجام می‌دهد. ضریب شتابزدگی  $(r \in (0, 1))$  برای مدل‌سازی این مهم تعریف می‌شود. با این شرط، رابطه‌ی (۴) به صورت زیر تغییر می‌کند:

$$W_b = (1 - r) (p_\beta^b \beta(t) + p_\gamma^b \gamma_b(t) + (1 - p_\beta^b - p_\gamma^b) \rho_s(t)) + r \quad (8)$$

با داشتن مقدار جدید  $W_b$  همانند زمانی که قیمت ثابت در نظر گرفته شده بود خریدار با احتمال  $(1 - Z)$  تراکنش پیش رویش را انجام می‌دهد در صورتی که  $W_b > 1 - R_b$  باشد. یا به بیان دیگر اگر تمایل خریدار به انجام تراکنش بیشتر از میزان ریسک تراکنش برای او باشد، تصمیم به انجام تراکنش می‌گیرد. فروشنده نیز می‌تواند به کمک تغییر قیمت پیشنهادی خود، تعداد تراکنش‌هایش را افزایش دهد. سیاست‌های پیش رو به نحوی است که فروشنده قیمت کالا یا خدمات را در لحظه‌ای که شهرتش خوب  $(\rho_s > Q_{max})$  یا بد  $(\rho_s < Q_{min})$  است؛ تغییر می‌دهد. سیاست‌های جدید برای فروشنده به صورت زیر تعریف می‌شود:

• سیاست  $\alpha$  قیمت محور (S1):

$$H_{(t+1)} = H_{(t)} \quad (9)$$

$$\pi_{(t+1)} = \begin{cases} \max\{(1 - \alpha)\pi_{(t)}, C + \varepsilon\} & \rho_s < Q_{min} \\ \min\{(1 + \alpha)\pi_{(t)}, P_{max}\} & \rho_s > Q_{max} \\ \pi_{(t)} & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (10)$$

مقدار  $\alpha$  نزدیک به صفر است.

• سیاست  $\delta$  صداقت-قیمت محور (S2):

$$H_{(t+1)} = \begin{cases} \max\{1 - w_\delta^s \delta, H_{(t)}\} & \rho_s < Q_{min} \\ \min\{1, H_{(t)} - w_\delta^s \delta\} & \rho_s > Q_{max} \\ \pi_{(t)} & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (11)$$

با فرض  $\delta \in (0, 1)$  و  $\alpha = (1 - w_\delta^s)$  مشابه سیاست قبل و با در نظر گرفتن وزن  $w_\delta^s \in [0, 1]$  برای تمایل فروشنده بین میزان صداقت خود و قیمت کالا، برای ایجاد تغییر در تعداد تراکنش، مقدار  $\pi_{(t+1)}$  به صورت زیر به دست می‌آید.

$$\pi_{(t+1)} = \begin{cases} \max \{ (\gamma - (\gamma - w_{\delta}^s) \delta) \pi_{(t)}, C + \varepsilon \} & \rho_s < Q_{min} \\ \min \{ (\gamma + (\gamma - w_{\delta}^s) \delta) \pi_{(t)}, P_{max} \} & \rho_s > Q_{max} \\ \pi_{(t)} & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (12)$$

### سیستم تحویل کالای پیشنهادی

حمل و نقل کالا هزینه‌های اجتناب‌ناپذیری را شامل می‌شود که در تصمیم خریدار برای انجام تراکنش اثر خواهد داشت. مفروضی در خصوص نقش تخفیف در بازار تجارت آنلاین مطرح است که تخفیف به عنوان عاملی برای افزایش شهرت فروشنده و ترغیب خریدار به انجام تراکنش مورد استفاده قرار می‌گیرد (ژی و همکاران، ۲۰۱۸). برای مدل‌سازی این مفروض  $d_l = 1$  در نظر گرفته می‌شود اگر فروشنده و خریدار همشهری باشند و در غیر این صورت،  $d_l = 0$  در نظر گرفته می‌شود.  $w_{loc} \in [0, 1]$  وزن در نظر گرفته شده برای اعتماد به خریدار همشهری است. برای اضافه کردن فرض تمایل بیشتر به انجام معامله با فردی همشهری، برای خریداران تمایل به ریسک و برای فروشندگان نیز میزان صداقت به مقدار زیر تغییر پیدا می‌کند:

$$R_b = (\gamma - d_l w_{loc}) R_b + d_l w_{loc} \quad (13)$$

$$H_s(t) = (\gamma - d_l w_{loc}) H_s(t) + d_l w_{loc} \quad (14)$$

برای تعیین هزینه‌ی تحویل کالا ( $D(t:s)$ ) در هر بازه‌ی زمانی، مقدار ثابت  $q$  برای همه‌ی شهرها در نظر گرفته می‌شود. مقدار هزینه‌ی حمل و نقل بین شهری نیز در صورتی که خریدار از فروشنده‌ی غیرهمشهری خرید کند به هزینه‌ی ثابت اضافه خواهد شد. این موارد به صورت معادله زیر ارائه می‌شود که در آن  $C_{Tr}$ ، هزینه‌ی حمل و نقل بین شهری و  $q \in [0, 1]$  هزینه‌ی ثابت ارسال است و هزینه‌ای که خریدار برای پرداخت مدنظر خواهد گرفت؛ به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$D(t:s) = q + d_{Tr} C_{Tr} \quad (15)$$

$$P_b^F = \pi_s(t) + D(t:s) \quad (16)$$

اگر قیمت کالا ( $\pi_s(t)$ ) از مقدار  $\pi_{discount}$  بیشتر و  $\pi_{discount} \leq P_{max} < C + \varepsilon$  باشد؛ هزینه‌ی ارسال کالا برای مشتری رایگان در نظر گرفته می‌شود. به صورتی که:

$$D(t:s) = \begin{cases} 0 & \pi_s(t) > \pi_{discount} \\ D(t:s) & \pi_s(t) < \pi_{discount} \end{cases} \quad (17)$$

### نتایج عددی

شاخصه‌ی اصلی مدل‌های عامل‌محور، ارزیابی رفتار کل سیستم به وسیله‌ی ارزیابی رفتار اجزای آن است. از این رو اعتبارسنجی چنین مدلی از آن جهت که رفتار سیستم نامشخص است، کار ساده‌ای نیست. از این

جهت برای پیش‌بینی رفتار سیستم تعدادی سناریو (جدول ۴) بررسی می‌شود تا بتوان رفتار مدل را با رفتار مورد انتظار مقایسه کرد. در ادامه به کمک سناریوهای پژوهش آرینگیری و همکاران (۲۰۱۸) و مقایسه نتایج با نتایج به دست آمده در این پژوهش اعتبار مدل سنجیده می‌شود و سپس ارزیابی‌های مربوط به سیستم ارسال کالا ارائه می‌شود.

در هر تکرار از اجرا، ۳۰۰ بازه‌ی زمانی و جمعیت ۱۰۰۰ نفر در نظر گرفته شده است که شامل ۹۰۰ خریدار و ۱۰۰ فروشنده است. در هر بازه زمانی مفروضی در خصوص تعداد فروشندگان در نظر گرفته شده است به طوری که هر خریدار با یک سوم از فروشندگان در ارتباط است. شهرت فروشندگان نیز پس از هر ۱۰ بازه‌ی زمانی به‌روزرسانی می‌شود. در جدول ۳ شاخص‌های ارزیابی مورد استفاده، در جدول ۴ مقدار حداقل و حداکثر میزان صداقت فروشندگان برای هر سناریو و در جدول ۵ پارامترهای عمومی و ثابت مدل ارائه شده‌اند.

جدول (۳) شاخص‌های ارزیابی مدل

میانگین تعداد تراکنش‌های کامل شده در یک بازه‌ی زمانی	$m_{avg}^c$
مقدار میانگین $\gamma_b(t)$ در طول زمان برای خریداران	$\gamma_{avg}$
درصد تراکنش‌های صحیح به تراکنش‌های کامل شده	$v$
میزان سود میانگین یک فروشنده در هر بازه‌ی زمانی	$\mu$
نسبت بین کل پرداخت خریداران به $m_t^h$	$\eta$
بازه‌ی زمانی که برای اولین بار شهرت سیستم بیشتر از ۰٫۹ می‌شود	$t_{\beta > .9}$
بازه‌ی زمانی که برای اولین بار شهرت سیستم کمتر از ۰٫۳ می‌شود	$t_{\beta < .3}$
تعداد تراکنش‌هایی که خریداران در هر بازه‌ی زمانی از فروشنده‌ی غیر همشهری خریداری می‌کنند	$n_{Abroad}$
میانگین تعداد دفعاتی که خریدار از تخفیف استفاده کرده است	$Average n_{Abroad}$

جدول (۴) - پارامترهای سناریوها

سناریوهای مورد استفاده	حداقل $H$	حداکثر $H$
شرایط بد (۱)	۰٫۰	۰٫۳
شرایط عالی (۲)	۰٫۷	۱٫۰
شرایط محتمل (۳)	۰٫۴	۰٫۹

جدول ۶ نشان دهنده‌ی نتایج ارزیابی عددی برای سه سناریو مختلف با تغییر سیاست خریدار و ثابت در نظر گرفتن سیاست فروشنده است. باید توجه داشت که در شرایط قیمت یکسان بین فروشندگان با  $\pi^s = 1$ ، مقدار  $\varphi$  از نسبت بین  $m_t^c$  و  $m_t^h$  به دست می‌آید.

جدول (۵) پارامترهای عمومی مدل

پارامترهای عمومی مدل			
۰٫۰۲	$z$	۰٫۵	$\beta$
۱۰۰	$L$	۰٫۱	$w_\beta$



پارامترهای عمومی مدل			
۰	$\min R_b$	۰,۹	$\rho_s^s$
۱	$\max R_b$	۰,۱	$w_\eta^b$
۰,۵	$c$	۰,۲۵	$p_\beta^b$
۱	$\pi_s^s$	۰,۲۵	$p_\eta^b$

جدول (۶) ارزیابی عددی برای خریداران

سناریو	سیاست خریداران	$m_{avg}^c$	$\gamma_{avg}$	$v$	$\mu$	$\eta$	$t_{\beta > .9}$	$t_{\beta < .3}$
(۱)	بهترین $\rho_s$	۲۲۷,۸	۰,۳۴	۳۴,۵۵	۲,۰۲	۴,۲۲	-	۴
(۲)	بهترین $\rho_s$	۸۴۸,۱۸	۰,۹۵	۹۵,۰۷	۴,۹۷	۱,۰۵	۱۶	-
(۳)	بهترین $\rho_s$	۷۴۹,۱۸	۰,۸۰	۸۰,۳۲	۵,۶۱	۱,۲۵	۱۳۰	-
(۳)	تصادفی	۵۸۱,۷۹	۰,۶۶	۶۶,۳۲	۲,۴۳	۱,۵۱	-	-

با در نظر داشتن دو سناریوی متضاد «شرایط عالی» و «شرایط بد»، نتایج مطابق انتظار است چرا که به طور مثال در سناریو «شرایط بد» مقدار  $v$  بسیار پایین است و در مقابل در سناریو «شرایط عالی» این مقدار بالاتر است. به طور مشابه برای سایر شاخص‌های مشخص شده در جدول ۶ نتایج قابل انتظاری به دست آمده است. با در نظر داشتن مقادیر  $v$  و  $\beta$  در طول زمان برای سناریو ۱ و ۲ دیده شد که تعداد تراکنش کامل شده همانطور که انتظار می‌رفت وابسته به شهرت سیستم است.

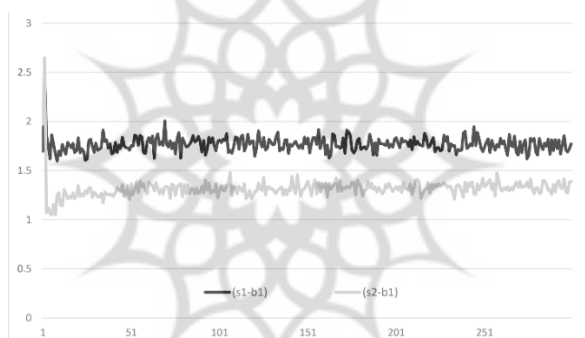
هدف این است که بتوان رفتار سیستم را در زمانی که فروشنده سیاست خود را تغییر می‌دهد؛ ارزیابی نمود. برای این منظور، با در نظر داشتن سناریوی «شرایط محتمل» و انتخاب بیشترین شهرت، نتایج نشان داد که با در نظر گرفتن کدام سیاست فروشنده‌ها صداقت بیشتری از خود نشان می‌دهند. همچنین میانگین کل تراکنش‌های انجام شده برای این سیاست در طول زمان شبیه‌سازی از سیاست دیگر بیشتر بوده است. حال شرایطی در نظر گرفته می‌شود که در آن کالا یا خدمت با قیمت‌های متفاوتی به معامله گذاشته می‌شود. در این حالت لازم است این مهم را در نظر داشت که برای فروشنده هدف بیشینه کردن سود است. پارامترهای عمومی مدل با قیمت متغیر  $P_{max} = 2$ ،  $\epsilon = 0.1$  و  $r = 0.2$  و سایر پارامترها همانند شرایط با قیمت یکسان است. سناریو در نظر گرفته شده نیز «شرایط محتمل» است و  $\pi^s$  نیز قیمت اولیه‌ی کالا است. حال سه سناریو  $b_1$  (حداقل قیمت،  $b_2$ ) ریسک کمتر قیمت خوب و  $b_3$  (قیمت کمتر شهرت خوب برای خریدار و برای فروشنده نیز دو سناریو  $s_1$ )  $0.2$  قیمت محور و  $s_2$ )  $0.2$  قیمت و صداقت محور در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۷ نشان‌دهنده ارزیابی عددی برای تمامی ترکیب‌های ممکن از سیاست‌های خریداران و فروشنده‌ها است. حتی در هر بازه‌ی زمانی ترکیب سناریو  $b_1 - s_1$  بهترین نتیجه را برای سیستم دارا است. چرا که در این شرایط هم درآمد فروشنده‌ها بیشینه است و هم مقدار پولی که خریداران خرج می‌کنند کمینه است. اگر از دید فروشنده‌ها به بررسی پرداخته شود؛ می‌توان متوجه شد که برای فروشنده، سناریو ۱ همیشه نسبت به سناریو ۲ برتری دارد. در حقیقت با در نظر داشتن سیاست خریدار، مقدار  $\mu$  همیشه در

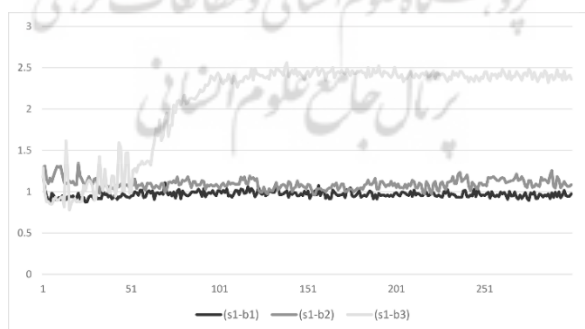
سناریو ۱ بیشتر از سناریو ۲ است. این مهم به روشنی در شکل ۵ قابل مشاهده است. شکل ۶ نیز مقدار  $\eta$  را با در نظر گرفتن سناریو ۱ برای فروشنده و سناریوهای مختلف برای خریدار نشان می‌دهد که سناریو ۱ برای خریدار نیز بهتر از سایر سناریوها است.

جدول (۷) نتایج ارزیابی عددی برای ترکیب سناریوهای مختلف (قیمت متغیر)

$\eta$	$\mu$	$\nu$	$\gamma_{avg}$	$m_{avg}^c$	سیاست خریداران	سیاست فروشنده‌ها
۰,۹۷	۱,۷۷	۰,۶۳	۰,۶۲	۶۱۷	$b_1$	$s_1$
۱,۰۹	۳,۲۳	۰,۷۶	۰,۷۲	۷۱۴	$b_2$	$s_1$
۲,۰۹	۵,۳۲	۰,۷۶	۰,۷۷	۷۱۱	$b_3$	$s_1$
۰,۷۱	۱,۳۱	۰,۸۵	۰,۸۲	۷۵۵	$b_1$	$s_2$
۰,۷۳	۱,۴۲	۰,۸۷	۰,۸۶	۶۹۹	$b_2$	$s_2$
۰,۹۲	۳,۲۳	۰,۵۱	۰,۵۱	۵۰۲	$b_3$	$s_2$

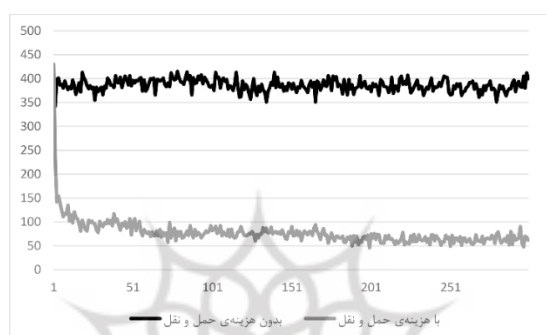


شکل (۵) مقدار  $\mu$  در طول زمان



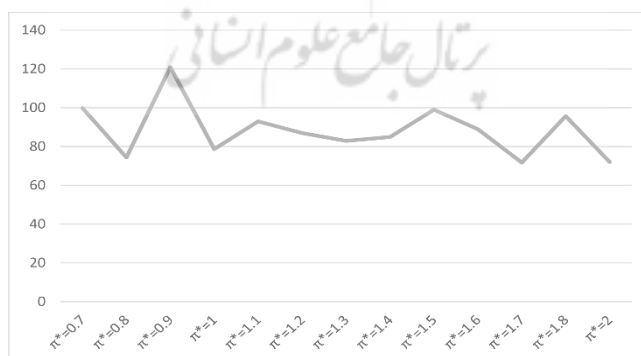
شکل (۶) مقدار  $\eta$  در طول زمان

در ادامه، اثر معرفی سیستم ارسال کالا بر رفتار کل سیستم تجارت آنلاین مورد بررسی قرار داده می‌شود. برای این منظور، صداقت در «شرایط محتمل» قرار می‌گیرد و سناریوی S1 برای فروشنده‌ها و سناریوی b1 برای خریداران در نظر گرفته شده و مقدار هزینه‌ی ثابت ارسال ( $q = 0.1$ ) و هزینه‌ی ارسال بین شهری ( $C_{Tr} = 0.2$ ) برای ارسال کالا تعیین گردیده‌اند. هزینه‌ی ارسال روی مبلغ قابل پرداخت توسط خریدار محاسبه شده و در تصمیم‌گیری او برای انتخاب فروشنده اثر می‌گذارد. شکل ۷ این اثر را نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن هزینه‌ی حمل و نقل کالا، خریداران تمایل کمتری برای خرید از فروشنده‌های غیر همشهری نشان داده‌اند.



شکل (۷) مقدار  $n_{Abroad}$  در طول زمان

در شرایط به وجود آمده سیاستی لازم است، که این اختلاف به وجود آمده در تعداد خریدهای برون شهری را کاهش دهد تا فروشنده‌ها فرصت‌های فروش برون شهری را از دست ندهند و خریداران نیز انتخاب‌های گسترده‌تری داشته باشند. سیاست تخفیفی بدین صورت پیشنهاد شده که اگر خریدار کالا را با قیمتی بیشتر از  $\pi^*_{discount}$  خریداری کرد؛ هزینه‌ی ارسال برای او رایگان شود. سپس برای بدست آوردن بهترین مقدار قیمت برای این سیاست که منجر به بیشترین تعداد تراکنش‌های برون شهری شود؛ تحلیل حساسیت انجام شده است. برای این کار، مقدار  $\pi^*$  را بین  $C + \varepsilon$  و  $P_{max}$  تغییر داده و میانگین تعداد تراکنش برون شهری انجام شده محاسبه شده‌اند. نتیجه‌ی این تحلیل در شکل ۸ مشخص است.



شکل (۸) مقدار  $Average n_{Abroad}$  بر اساس مقدارهای مختلف  $\pi^*_{discount}$

همانگونه که در شکل ۸ مشخص است؛ مقدار بهینه  $\pi_{discount}^*$  برای داشتن بیشترین تعداد تراکنش برون شهری برابر ۰,۹ است. به این معنا که برای خریدارانی که کالا را با قیمت بیشتر از ۰,۹ خریداری کنند؛ هزینه حمل و نقل رایگان باشد.

جدول ۸ اثر سیستم ارسال کالا و سیاست تخفیف (با مقدار  $\pi_{discount}^* = ۰,۹$ ) بر عملکرد سیستم تجارت آنلاین را نشان می‌دهد.

جدول (۸) مقایسه‌ی ارزیابی عددی برای سناریو ارسال

$\varphi$	$\mu$	$v$	$\gamma_{avg}$	$m_{avg}^c$	تخفیف ارسال	سیستم ارسال کالا	سیاست خریداران	سیاست فروشنده‌ها
۰,۹۷	۱,۷۷	۰,۶۳	۰,۶۲	۶۱۷	ندارد	ندارد	$b_1$	$s_1$
۰,۹۴	۱,۷۱	۰,۶۷	۰,۶۵	۶۴۳	دارد	دارد	$b_1$	$s_1$

نتایج جدول ۸ بیانگر این نکته هستند که رفتار اشخاص با معرفی سیستم ارسال نیز همچنان منطقی و نزدیک به واقعیت است چرا که با در نظر گرفتن اثر هم‌شهری بودن بر تصمیم خریدار و فروشنده مقادیر  $v$  و  $\gamma_{avg}$ ،  $m_{avg}^c$  و مقدار  $\mu$  نیز به دلیل مقادیر تخفیف داده شده به خریدارانی که تخفیف شامل حال آن‌ها شده، اندکی کاهش پیدا کرده است. مقدار  $\eta$  نیز بر اثر همین تخفیف‌ها کمی کاهش داشته است. همانطور که مشاهده می‌شود می‌توان با اضافه کردن سیاست تخفیف کالا تعداد تراکنش‌های انجام شده را افزایش داد و اثر نامطلوب هزینه‌های ارسال کالا را کاهش داد.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش مدلی ترکیبی شامل نظریه‌ی بازی و شبیه‌سازی عامل‌محور برای ارزیابی سیستم تجارت آنلاین با در نظرگیری شهرت ارایه شد. نظریه بازی‌ها برای ایجاد رفتار منطقی خریداران و فروشندگان و شبیه‌سازی عامل‌محور برای مدل‌سازی کل سیستم تجارت آنلاین و شبکه‌ی زیرساخت آن مورد استفاده قرار گرفته است. چنین رویکردی باعث رفع پیچیدگی رویکرد نظریه بازی‌ها می‌شود. ارزیابی عددی منسجمی در جهت اعتبارسنجی مدل ارائه شده و بررسی اثر یک دسته سیاست برای خریداران و فروشنده‌ها و یک سیاست تخفیف برای ارسال بر سیستم تجارت آنلاین ارائه گردید.

شبیه‌سازی عامل‌محور امکان مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده را دارد. از مزایای استفاده از روش ترکیبی نظریه بازی و شبیه‌سازی عامل‌محور شامل: مشاهده‌ی تمامی رفتارهای بین عوامل سیستم به کمک تولید شاخص‌های مناسب برای تحلیل نتایج، استفاده از ابزارهای گزارش‌گیری از پیش طراحی شده برای تولید و ارزیابی رفتار منطقی عامل‌ها و امکان به دست آوردن دید بهتر از رفتار خریداران و فروشنده‌ها در تجارت آنلاین است.

برای حجم زیاد داده‌های تولید شده در تجارت آنلاین از نرم‌افزار Anylogic بهره گرفته شد. مدل به دست آمده این امکان را دارد که عوامل مختلف مرتبط با یک سیستم تجارت آنلاین را در شرایط رفتار منطقی اشخاص مورد بررسی قرار دهد. همچنین این مدل به خوبی حل یک سیستم پیچیده را توسط مدل شبیه‌سازی عامل‌محور انجام داد.

برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود مدل ترکیبی ارائه شده از دو منظر مدل‌سازی و اجرایی گسترش داده شود. به عنوان نمونه، از منظر مدل‌سازی می‌توان بازاری را در نظر گرفت که در زمان‌های مختلف بازیکنان بتوانند هم در نقش فروشنده و هم در نقش خریدار ایفای نقش کنند. تحلیل و ارزیابی رفتار اشخاص در این شرایط از سه جهت می‌تواند ارزشمند باشد: (۱) تمایل فروشنده به بهتر کردن شهرتش از طریق تعدادی تراکنش با ارزش پایین‌تر و سپس تقلب برای مدت کوتاه برای تراکنش‌های با ارزش بالاتر، (۲) برای بررسی و مقایسه‌ی مزایای نظرها و امتیازهای جعلی منفی و مثبت در اثرگذاری بر کاهش و افزایش شهرت اشخاص و (۳) در نظر گرفتن عامل زمان و مدل‌سازی رفتار شخص برای معامله. از منظر اجرایی، انعطاف‌پذیری ذاتی رویکرد مدل ارائه شده برای ارزیابی اثرپذیری یک سیستم مدیریت شهرت با توجه به مدیریت اعتماد در رایانش ابری نیز قابل بررسی خواهد بود. همچنین با استفاده از داده‌های واقعی در اجرای شبیه‌سازی می‌توان شرایط و مشکل‌های مدیریتی سازمان‌ها را ارزیابی نمود تا بتوان به کمک نتایج و تحلیل‌ها، تصمیم‌های مدیریتی بهتری در جهت بهبود تجارت آنلاین و سازمان اتخاذ کرد.

## منابع

- Aringhieri, R., Duma, D. and Fragnelli, V. "Modeling the rational behavior of individuals on an e-commerce system", *Operations Research Perspectives*, 5, pp.22-31 (2018).
- Borshchev, A. and Filippov, A. "From system dynamics and discrete event to practical agent based modeling: reasons, techniques, tools", In *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> international conference of the system dynamics society*, 22, pp. 25-29 (2004).
- Čavoški, S. and Marković, A. "Agent-based modelling and simulation in the analysis of customer behaviour on B2C e-commerce sites", *Journal of Simulation*, 11(4), pp.335-345 (2017).
- Cioppi, M., Curina, I., Forlani, F. and Pencarelli, T. "Online presence, visibility and reputation: a systematic literature review in management studies", *Journal of Research in Interactive Marketing*, 13(4), pp. 547-577 (2019),.
- Gilbert, N. "Agent-Based Models (Quantitative Applications in the Social Sciences)", *SAGE Publications* (2008).
- Hantula, D.A. and Bryant, K. "Delay discounting determines delivery fees in an e-commerce simulation: A behavioral economic perspective", *Psychology & Marketing*, 22(2), pp.153-161 (2005).
- Jiang, G., Liu, S., Liu, W. and Xu, Y. "Agent-based modeling and simulation of the decision behaviors of e-retailers", *Industrial Management & Data Systems* (2018).
- Koyuncu, C. and Bhattacharya, G. "The impacts of quickness, price, payment risk, and delivery issues on on-line shopping", *The Journal of Socio-Economics*, 33(2), pp.241-251 (2004).
- Lappas, T., ab nis, G. and Valkanas, G. "The impact of fake reviews on online visibility: A vulnerability assessment of the hotel industry", *Information Systems Research*, 27(4), pp.940-961 (2016).

- Morganti, E., Seidel, S., Blanquart, C., Dablan, L. and Lenz, B. "The impact of e-commerce on final deliveries: alternative parcel delivery services in France and Germany". *Transportation Research Procedia*, 4, pp.178-190 (2014).
- Niu, W. "Research on E-Commerce Customer Feature Extraction Question Answering System Based on Artificial Intelligence Semantic Analysis". *Advances in Multimedia*, 2022, pp. 1687-5680 (2022).
- Riazati, M., Shajari, M. and Khorsandi, S. "An incentive mechanism to promote honesty among seller agents in electronic marketplaces", *Electronic Commerce Research*, 19(1), pp.231-255 (2019).
- Xie, H., Ma, R.T. and Lui, J.C. "Enhancing reputation via price discounts in e-commerce systems: A data-driven approach", *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD)*, 12(3), pp.1-29 (2018).
- Xu, M., Ferrand, B. and Roberts, M. "The last mile of e-commerce—unattended delivery from the consumers and eTailers' perspectives", *International Journal of Electronic Marketing and Retailing*, 2(1), pp.20-38 (2008).
- Wu, Y., Xue, C., and Li, S. "Optimization Analysis of Customs Supervision Strategy Based on Complex Network Evolutionary Game", *Proceedings of the 2022 International Conference on Bigdata Blockchain and Economy Management*, pp.658-668 (2022).