فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در
مدیریت و حسابداری
سال هفتم، شماره ۸۹، تابستان ۱۴۰۲، ص ۳۰۲-۲۷۹

Journal of New Research Approaches
in Management and Accounting
ISSN: 2588-4573
http://www.majournal.ir

مدل سازی رفتار منطقی افراد در سیستم تجارت الکترونیک بر اساس نظریه‌ی بازی و شبیه سازی عامل بنیان

سمیه دهقانی [۱]
عادل آذر [۲]
علی رجب زاده قطری [*۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۷ تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۴/۱۷

چکیده

تجارت الکترونیک به دلیل فراوانی کالاها، تراکنش‌های سریع و آزاد بودن از زمان، مکان، فروشگاه و غیره روزبه‌روز محبوب‌تر شده است. با افزایش محبوبیت سیستم‌های تجارت الکترونیک، معاملات تجاری به‌شدت در حال افزایش است. چنین معاملاتی به‌صورت مستقیم صورت نمی‌گیرد، بلکه باواسطه انجام می‌شود و خریدار به‌ویژه در صورت شکست معامله در موقعیت ضعیف‌تری قرار می‌گیرد. مرور پژوهش‌ها، نشان می‌دهد که اعتبار می‌تواند نقش مهمی در کاهش ریسک‌های خریدار در محیط تجارت الکترونیکی فعلی ایفا کند. سیستم اعتبار به یکی از مؤلفه‌های ضروری سیستم‌های تجارت الکترونیک مدرن تبدیل‌شده است، زیرابه خریداران کمک می‌کند تا تصمیم‌گیری آگاهانه‌ای در انتخاب فروشندگان قابل‌اعتماد بگیرند. یک (RMS) آنلاین، اعتباری را که از باورها و یا نظراتی که معمولاً در مورد شخص و یا برخی چیزها اعمال‌شده، بدست می‌آورد، می‌تواند تضمین‌کننده‌ی قابلیت اطمینان معاملات انجام‌شده در سیستم تجارت الکترونیک باشد. باوجوداینکه مؤلفه اصلی (RMS) - تعامل بین فروشنده و خریدار- یک زمینه کلاسیک از کاربردهای نظریه بازی (GT) است، استفاده از روش (GT) به دلیل پیچیدگی راه‌حل آن کاملاً محدود بوده است. یک روش برای مقابله با این پیچیدگی، استفاده از قابلیت رویکرد شبیه‌سازی مبتنی بر عامل (ABS) است. در این پژوهش، مدل ترکیبی (GT) و (ABS) برای تجزیه‌وتحلیل سیستم تجارت الکترونیک ارائه می‌شود که در آن‌یک سیستم اعتبار محور توسط شخص سوم مورد اعتماد مدیریت می‌شود و سپس تحلیل کمّی گسترده به‌منظور تأیید و اعتبار سنجی مدل پیشنهادی و ارزیابی تأثیر مجموعه‌ای از سیاست‌های خریداران و فروشنده‌ها بر رفتار سیستم تجارت الکترونیک ارائه می‌شود.

واژگان کلیدی

تئوری بازی، شبیه‌سازی، مدیریت اعتبار، تصمیم‌گیری، تحقیق در عملیات رفتار

۱. کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. (dehghanisomayeh6@gmail.com)
۲. استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. (azara@modares.ac.ir)
۳. استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. (* نویسنده مسئول: alirajabzadeh@modares.ac.ir)

۱. مقدمه

تجارت الکترونیک به دلیل فراوانی کالاها، تراکنش‌های سریع و آزاد بودن از زمان، مکان، فروشگاه و غیره روزبه‌روز محبوب‌تر شده است (جیانگ و همکاران،۲۰۱۹). با افزایش محبوبیت سیستم‌های تجارت الکترونیک، معاملات تجاری به‌شدت در حال افزایش است. چنین معاملاتی به‌صورت مستقیم صورت نمی‌گیرد، بلکه با حمایت پلتفرم‌های آنلاین انجام می‌شود، بدین‌صورت که پرداخت هزینه و تحویل کالا (استفاده از خدمات) در یک‌زمان انجام نمی‌شود. درروش فعلی، فروشندگان کالا، کالای خود را تنها بعد از دریافت هزینه از خریدار ارسال می‌کنند، در این شرایط، خریدار به‌ویژه در صورت عدم موفقیت معامله، در موقعیت ضعیف‌تری نسبت به فروشنده قرار می‌گیرد (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸).

اعتبار یک مفهوم تاریخی است که ترکیبی از همه‌ی معاملات قبلی در طول عمر یک واحد اقتصادی بوده و نیازمند انسجام عمل آن واحد اقتصادی در طی یک دوره طولانی است. اعتبار معیاری برای قابلیت اعتماد است که بر اساس مشاهده مستقیم رفتار گذشته یک عامل و همچنین اطلاعات ارجاعی به‌دست‌آمده از تجربیات گذشته عوامل دیگر است (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸). اعتبار نه‌تنها شامل تجربیات مستقیم خریدار است، بلکه شامل هر نوع ارتباط دیگری، نظرسنجی‌ها، امتیازات بوده که ارائه‌دهنده‌ی اطلاعاتی در رابطه با فروشنده هست. اعتبار به دلیل کمک در انتخاب فروشنده‌ی مناسب می‌تواند نقش مهمی در کاهش ریسک‌های خریدار در محیط تجارت الکترونیک فعلی داشته باشد (گتسی و ویلسون،۲۰۰۱؛ تاکور،۲۰۱۹).

روش استاندارد تعیین اعتبار فروشنده، مجموعه‌ای از بازخوردها یا رتبه‌بندی‌های ارائه‌شده توسط خریداران است. مدل‌هایی که از این دستورالعمل برای تعیین اعتبار استفاده می‌کنند، در برابر بازخوردهای گمراه‌کننده یا غیرمنصفانه آسیب‌پذیر می‌باشند. فروشنده ممکن است با مجموعه‌ای از خریداران برای ارائه‌ی بازخورد خوب تبانی کند درحالی‌که کیفیت محصولش ضعیف است. همچنین احتمال ارائه‌ی بازخوردهای غیرمنصفانه، غیرمنطقی توسط خریداران وجود دارد که منجر به کاهش اعتبار رقبا می‌گردد (تاکور،۲۰۱۹). به‌منظور محدود ساختن تأثیر رفتارهای مخرب، سیستم‌های مدیریت اعتبار آنلاین طی سال‌ها توسعه‌یافته است. چنین سیستمی توانایی ارائه‌ی راه‌حلی جهت تضمین اطمینان معاملات انجام‌شده در سیستم تجارت الکترونیک را دارد (نوریان و اولیرو، ۲۰۱۰).

چندین سیستم مدیریت اعتبار در پژوهش‌ها پیشنهادشده است که بر اساس روش‌شناسی‌های مختلفی همانند هوش مصنوعی، سیستم‌های چندعاملی، علوم شناختی، نظریه‌ی بازی‌ها، علوم اجتماعی و سازمانی بناشده‌اند (کامور و همکاران، ۲۰۰۳). در علوم کامپیوتر توجه ویژه‌ای به تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های مدیریت اعتبار در سیستم‌های نظیر به نظیر به شده است، فارنهولتز و لامرزدورف (۲۰۰۲)، با استفاده از فن‌آوری نظیر به نظیر، سیستم مدیریت اعتبار انعطاف‌پذیرتر؛ نسبت به سیستم‌های دیگر فراهم کردند.

تعامل بین فروشنده و خریدار به‌عنوان مؤلفه‌ی اصلی[1] (RMS)، یک زمینه‌ی کلاسیک از کاربرد روش‌های نظریه‌ی بازی[2] (GT) بوده که سورین از آن برای مدل‌سازی رفتار منطقی افراد استفاده کرد (سورین،۲۰۰۰). علیرغم پتانسیل بالای این رویکرد، استفاده از آن در پژوهش‌ها به دلیل پیچیدگی راه‌حل‌ها بسیار محدود بوده است (یاماموتو و ایشیدا،

[1] Reputation Management System
[2] Game Theory

۲۰۰۵). این پیچیدگی ناشی از انجام یک معامله نیست: چراکه، تعامل استراتژیک یک معامله بین فروشنده و خریدار بسیار ساده است که خریدار تصمیم به خرید یا عدم خرید می‌گیرد، در طرف مقابل فروشنده می‌تواند درخواست خریدار را به‌طور کامل انجام بدهد یا خیر. درواقع، پیچیدگی به دلایل ذیل است که از اعتبار ناشی می‌شود (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸):

۱. تعداد معاملات مکرر بین فروشنده‌ها و خریداران لزوماً یکسان نیست.

۲. به اشتراک‌گذاری نتایج حاصل از معاملات با سایر فروشنده‌ها و خریداران

در مواقعی که استفاده از یک روش دارای نقاط ضعف هست، به‌کارگیری مدل‌سازی و شبیه‌سازی ترکیبی می‌تواند راه گشا باشد. در مدل‌سازی ترکیبی، به‌منظور غلبه بر نقاط ضعف یک روش می‌توان آن را با روش دیگر ترکیب نمود.

شیوه‌ی مقابله با پیچیدگی‌های ذکرشده در نظریه‌ی بازی، بهره‌برداری از توانایی رویکرد شبیه‌سازی مبتنی بر عامل (ABS) بوده که به‌طور گسترده در علوم اقتصاد به کار گرفته می‌شود (همیل و گیلبرت،۲۰۱۵). مدل (ABS) امکان بررسی رفتار هر فرد را در یک محیط شبیه‌سازی‌شده فراهم می‌سازد. مدل مبتنی بر عامل، یک شبیه‌سازی کامپیوتری است که شامل تعامل تصمیم‌گیرندگان (به‌اصطلاح عامل‌ها) از طریق قوانین تجویزشده هست، این قوانین به بررسی رفتار عامل و تعامل آن با محیط می‌پردازد که درنتیجه‌ی آن، وضعیت هر عامل مشخص می‌گردد (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸؛ ون لیوون و لیجسن،۲۰۱۵). لذا مدل‌سازی ترکیبی نظریه‌ی بازی و آنالیز عامل بنیان در این پژوهش مورداستفاده قرار می‌گیرد.

این مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است: در بخش ۲ مبانی نظری و ادبیات پژوهش ارائه شده و رویکرد نظریه بازی و پیچیدگی آن و مدل ترکیبی پیشنهادی در بخش ۳ ارائه شد. در بخش ۴، یک آنالیز کمّی گسترده جهت ارزیابی رفتار مدل، میتنی برچندین سناریو با مجموعه سیاست‌های فروشنده‌ها و خریداران ارائه و مورد بحث قرارگرفت. بخش ۵ این مقاله نیز به جمع بندی کلی از بحث می پردازد.

۲. مبانی نظری و ادبیات پژوهش

۲-۱. مدل سازی عامل بنیان (ABM)

(ABM) با نام‌های مختلفی همچون سیستم‌های عامل بنیان[1]، شبیه سازی عامل بنیان[2] و شبیه‌سازی یا مدل سازی مبتنی بر فرد[3] شناخته می‌شود(ماکال و نورث،۲۰۰۵).

مدل‌سازی عامل بنیان (ABM) جدیدترین روش شبیه‌سازی است. با این وجود، برخی مدل‌ها را می‌توان در مقالات و کتاب‌های قدیمی مانند کتاب رفتارهای خرد و رفتارهای کلان[4] نوشته توماس شلینگ در سال ۱۹۷۸ یافت(شلینگ،۱۹۷۸)؛ چنین مقالاتی ممکن است به عنوان آغاز مفهوم (ABM) در نظر گرفته شود. برای چندین دهه، (ABM) در کاربرد عملی به دلیل وضعیت سخت افزار کامپیوتر محدود بود. در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰، (ABM) یک موضوع کاملا آکادمیک بود، اما در قرن بیست و یکم با توسعه و رونق سخت افزار رایانه، (ABM) به صورت تجاری

[1] Agent-Based Systems
[2] Agent-Based Simulation
[3] Simulation or Individual-Based Modeling
[4] Micromotives and Macrobehavior

برای حل مسائل تجاری در مقیاس بالا مورد استفاده قرار گرفت. به طوری که اکنون سریع‌ترین رشد را در مقایسه با سایر روش‌های شبیه‌سازی دارد(سوسلوف و کاتالوسکی،۲۰۱۹).

شبیه‌سازی عامل بنیان (ABS)، یک روش جدید در میان تکنیک‌های شبیه‌سازی است (بونابو،۲۰۰۲). کاربرد این روش مدل سازی بین سال های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ توسط محققین آغاز شد ودلایل آن عبارت بود از (بورشچف،۱۳۹۵):

- احساس نیاز به اشراف با عمق بیشتر در رفتار سیتم ها که در دو روش قبلی میسر نبود.
- توسعه و پیشرفت در تکنیک های مدل سازی برگرفته از علوم رایانه ای نظیر مدل سازی شی گرا[1]، (UML)[2] و نمودارهای حالت[3].
- رشد سریع در قدرت پردازشگرهای[4] (CPU) ها و حافظه های رایانه ای یکی دیگر از دلایل بوده است. مدل های عامل بنیان نیاز به سرعت پردازش و حافظه ی بیشتری نسبت به دو رقیب سنتی خود دارند.

طراحی (ABS) براساس هوش مصنوعی با استفاده از مفهوم روباتیک و سیستم‌های چند عاملی[5] است. یک سیستم چند عاملی شامل تعدادی از عوامل است که در یک محیط با یکدیگر تعامل دارند. هر یک از این عوامل برای رسیدن به هدف خود استراتژی خاصی دارد. به دلیل ساختار (MAS)، مدل سازی عامل بنیان توانایی مستقل بودن، واکنش پذیری، کنش گرایی و اجتماعی بودن را دارد(جنینگز و همکاران،۱۹۹۸). این ویژگی‌ها به (ABS) کمک می‌کنند تا محیط عامل ها را درک و از فرصت‌ها بهره جوید؛ مدل سازی عامل بنیان از یک رویکرد پایین به بالا استفاده می‌کند که در آن مدل رفتار عامل را در سطح خرد (سطح فردی) تعریف می‌کند و رفتار کلان (رفتار سیستم) از تعاملات متعدد بین موجودیت های فردی پدیدار می‌شود(میسی و ویلر،۲۰۰۲). استفاده از رویکرد پایین به بالا تفاوت اصلی بین تکنیک‌های مدل‌سازی (DES) و (ABS) است.

برای این روش مدل سازی یک زبان استاندارد وجود ندارد. ساختار یک مدل عامل بنیان بر پایه ی ویرایشگرهای گرافیکی یا دستورات مرتبط می باشد که در نرم افزار مربوطه تعریف شده اند. رفتار عامل ها با روش های متفاوتی قابل تشخیص است. معمولا به ازای هر عامل مفهومی به نام " حالت" داریم که اقدامات[6] و عکس العمل های[7] آن عامل به این مفهوم وابسته است. در این حالت، بهترین راه برای تشخیص رفتار عامل، ابزارهای نمودار حالت است (بورشچف،۱۳۹۵).

۲-۲. نظریه ی بازی

در حالی که ماهیت نظریه بازی شاید عملا از زمانی که حیات بر روی این سیاره پدیدار شده به کار گرفته شده است، ادبیات رسمی در مورد این موضوع به فون نویمان[8] و مورگنسترن[9] (۱۹۴۴) برمی گردد. آن‌ها بر روی بازی‌های مجموع

---

[1] Object-oriented Modeling
[2] Unified Modeling Language
[3] State Charts
[4] Central Processing Unit
بخشی از کامپیوتر که در آن عملیات ریاضی و منطقی اجرا می شود، دستورالعمل ها نیز پس از رمز گشایی اجرا می شوند به طور کلی CPU عملیات کامپیوتر را کنترل می کند.
[5] Multi Agent Systems
[6] Actions
[7] Reactions
[8] John von Neumann
[2] Morgenstern

صفر کار کردند. سپس در دهه ۱۹۵۰، تلاش نش منجر به پیشرفت قابل‌توجهی در این زمینه شد (نش، ۱۹۵۰). متعاقبا، نظریه بازی در بسیاری از زمینه‌های مختلف مانند زیست‌شناسی (هافبائر و سیگموند ۱۹۹۸)، سیاست و حوزه‌های دیگر (مورو، ۱۹۹۴) مورد استفاده قرار گرفت (فاروقی و نیازی،۲۰۱۶). نظریه بازی یک تحلیل فنی از تعاملات استراتژیک بین رفتار منطقی عامل ها ارائه می‌دهد(بوسکت و همکاران،۲۰۰۱؛ شوهام و لیتون - براون،۲۰۰۸). این تعاملات استراتژیک مربوط به تعامل تصمیم گیرندگان در بازی است (گکیل،۲۰۱۶). رفتار یک تصمیم‌گیرنده در مدل‌های نظریه بازی "استراتژیک" نامیده می‌شود و اقدامی که هنگام انجام هر حرکتی انجام می شود،"استراتژی" نامیده می‌شود. استراتژی نحوه ی اقدام عامل ها، آن چه را که ترجیح می‌دهند، نحوه ی تصمیم‌گیری، رفتارهایشان و غیره را در نظر می گیرد. این تعاملات می‌تواند پیچیده باشند زیرا اقدام حتی یک عامل می‌تواند عوامل دیگر را تحت‌تاثیر قرار دهد و بالعکس. بنابراین نظریه بازی می‌تواند به عنوان یک ابزار قدرتمند برای مدل سازی و درک تعاملات پیچیده در نظر گرفته شود.

یکی از راه‌های طبقه‌بندی مدل‌های نظریه بازی، تقسیم آن‌ها به بازی‌های مشارکتی و غیر مشارکتی است (شوهام و لیتون - براون،۲۰۰۸). بازی‌های مشارکتی، بازی‌هایی هستند که در آن بازیکنان در یک محیط مشارکتی قرار دارند و با یکدیگر رقابت نمی‌کنند. بازی ممکن است محیط تعریف‌شده‌ای داشته باشد که بازیکنان به طور متحد با آن رقابت می‌کنند، برای مثال بازی‌های بقای یک بازیکن (بالاسوبرمانی،۲۰۲۰). در این نوع از بازی ها، بر مجموعه‌ای از عوامل تمرکز می‌شود. بازی‌های غیر مشارکتی یا رقابتی، بازی هایی هستند که در آن‌ها همه بازیکنان به طور مستقل عمل می‌کنند و در مقابل یکدیگر قرار دارند. موضوعات مختلفی مانند بازی های بقای چند نفره، بازی‌های ورزشی یا (RTS)[1] در این دسته قرار دارند (بالاسوبرمانی،۲۰۲۰). در این دسته از بازی ها، تمرکز بر توسعه مدل‌های تعاملات، اولویت‌ها و غیره، با تمرکز بر عوامل فردی است.

۳. اصول مقدماتی نظریه بازی

ابتدا، یک بازی به فرم گسترده با نمای درختی در نظر گرفته می شود که در آن هر گره نشان دهنده ی وضعیت احتمالی بازی و مرتبط با بازیکنی است که نقش محوری در این وضعیت دارد، کمان های خروجی از گره ها، انتخاب ها یا حرکات احتمالی هستند که بازیکن در آن شرایط با آن روبروست. هر گره نهایی، یعنی یک برگ، نشان دهنده ی خروج از بازی است، گره های نهایی مرتبط با بازیکن نیست، بلکه نمایانگر مقادیر واقعی بوده که هر مقدار نشان دهنده ی ترجیحات بازیکن مربوطه هنگام اتمام بازی با خروج از بازی است. این روش بازی برخی مواقع مشکل بوده، اما از طرف دیگر، شرح بسیار دقیقی از همه ی تحولات احتمالی در بازی مطابق با همه ی گزینه های احتمالی بازیکنان ارائه می کند.

به منظورکاهش مقدار داده های لازم برای توصیف بازی، اغلب بازی به فرم استراتژیک ارائه می شود. در این صورت، بازی به طور رسمی توسط $G = (N, (\sum i)_{i\in N}, (U_i)_{i\in N})$ شرح داده شده که مجموعه بازیکنان $N = \{1,2,3,\dots\}$، $i \in N$ است، $\sum i = \{\sigma_i^1, \sigma_i^2, \dots, \sigma_i^n\}$ مجموعه ی استراتژی های مطلق بازیکن i است، استراتژی یک توالی مرتب از حرکات بازیکن i است که در هر موقعیت به منظور حرکت انجام می دهد و $U_i = E \to R$ تابع

[1] Real Time Strategy

استراتژی همزمان (استراتژی در زمان واقعی): سبکی از بازی راهبردی است که تغییرات در بازی به صورت لحظه به لحظه و بدون توقف اعمال می‌شوند.

مطلوبیت بازیکن $i \in N$ است، یعنی تابعی که مرتبط با هر خروجی احتمالی بازی در مجموعه ی E با ترجیحات بازیکن i است. برخی مواقع، از روابط ترجیحی $>_i$ بازیکنان $i \in N$ به جای توابع مطلوبیت استفاده می شود که $\alpha >_i \beta$ بدین معنی است که بازیکن $i \in N$ خروجی α را به β ترجیح می دهد. در واقع، افراد قادر به بیان این مسئله هستند که از بین خروجی ها، کدام خروجی را ترجیح می دهند، اما ممکن است تعیین مطلوبیت مرتبط با خروجی بسیار دشوار باشد. از این دو مفهوم می توان دریافت که یک تابع مطلوبیت باید مطلوبیت بیشتری برای یکی از خروجی ها داشته باشد تا توسط بازیکن در آن موقعیت انتخاب گردد، به عبارت دیگر:

$$\forall \alpha, \beta \in E, i \in N \qquad \alpha >_i \beta \leftrightarrow u_i(\alpha) > u_i(\beta)$$

خروجی های احتمالی بازی ممکن است مختص به یک مجموعه استراتژی نباشد و ممکن است مجموعه استراتژی های مختلف، به خروجی های مشابهی از بازی منجر گردد. یک نمایه از استراتژی:

$$(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n) \in \prod_{i \in N} \sum i$$

به طوری که $\sigma_i \in \sum i, i \in N$، یک استراتژی بازیکن i است. لذا مجموعه ای از استراتژی های ترکیبی برای بازیکن $i \in N$ در نظر گرفته می شود که دارای توزیع احتمال در میان مجموعه ای از استراتژی های مطلق $\sum \mathbf{i}$ است که به شکل زیر نمایش داده می شود:

$$P_i = \left(P_i(\sigma_i^1), P_i(\sigma_i^2), \dots, P_i(\sigma_i^n)\right)$$

$P_i(\sigma_i^1) + P_i(\sigma_i^2) + P_i(\sigma_i^n) = 1$ با شرایط $\sigma_i^j \in \sum i$، $P_i(\sigma_i^j) \geq 0$ نشان دهنده ی احتمال انتخاب استراتژی مطلق است. مجموعه استراتژی های ترکیبی بازیکن $i \in N$ با $\Delta(\sum i)$ نمایش داده می شود.

با توجه به استراتژی ترکیبی $P = (P_1, P_2, \dots, P_n)$ که $P_i \in \Delta(\sum i)$، $i \in N$، مطلوبیت مرتبط با بازیکن $i \in N$ به صورت زیر است:

$$u_i(P) = \sum_{(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n) \in \prod_{i \in N} \sum i} \left(\prod_{i \in N} P_i(\sigma_i)\right) u_i(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n)$$

رایج ترین راه حل برای یک بازی غیرمشارکتی، تعادل نش است (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸).

تعادل نش در استراتژی های ترکیبی، یک نمایه از استراتژی $(p_*^1, \dots, p_*^n)$ است، به گونه ای که:

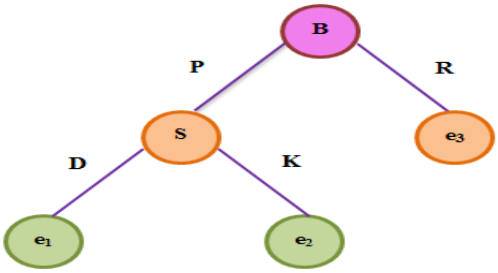
$$\forall P_i \in \Delta\left(\sum i\right), i \in N \quad u_i(p_*^1, \dots, p_*^i, \dots, p_*^n) \geq u_i(p_*^1, \dots, p_*^i, \dots, p_*^n)$$

به عبارتی هیچ بازیکنی انگیزه ای برای انحراف یک جانبه از استراتژی $(p_*^1, \dots, p_*^n)$ نداشته باشد و تابع مطلوبیت به دست آمده از این استراتژی از سایر استراتژی ها بیشتر باشد.

۳-۱. مدل

طرح اصلی یک شرایط ساده تجارت الکترونیک ممکن است با استفاده از بازی دو نفره نشان داده شود که در این بازی، بازیکنان شامل خریدار (B) و فروشنده(S) است. با در نظر گرفتن تنها یک معامله برای یک کالا از فروشنده به خریدار، خریدار باید از بین خرید کالای مورد نظر (P) و یا عدم خرید آن (R) یکی را انتخاب کند، در صورتی که انتخاب خریدار(P)باشد، فروشنده باید تصمیم بگیرد که آیا کالارا به خریدار تحویل می دهد (D) و یا آن کالا و پول (K) را نزد خود نگه می دارد. این مفروضات منجر به ارائه ی یک بازی غیرمشارکتی شده که در ان مجموعه بازیکنان $N = \{S, B\}$، مجموعه استراتژی های خریدار برابر با $\sum B = \{P, R\}$ بوده و مجموعه ی استراتژی های فروشنده ها

برابر با $\sum S = \{D, K\}$ است. با استفاده از بازنمایی فرم گسترده، می توان نمای درختی نمایش داده شده در شکل ۱ را در نظر گرفت.



شکل ۱ نمای درختی فرم گسترده بازی

خروجی های احتمالی e_1, e_2, e_3 که در شکل نشان داده شده، دارای شرایط زیر است:

e_1: خریدار تصمیم به خرید کالا می گیرد، پول را پرداخت کرده و آن کالا را دریافت می کند.

e_2 : خریدار تصمیم به خرید کالا می گیرد و پول را پرداخت می کند، اما فروشنده کالا و پول را نزد خود نگه می دارد.

e_3: خریدار تصمیم به خرید کالا نمی گیرد.

قابل ذکر است که خروجی e_2 ممکن است شامل شرایط دیگری نیز باشد که در آن خریدار پول کالا را پرداخت می کند، اما معامله برای او رضایت بخش نیست. به عنوان مثال، ممکن است با شرایطی مواجه شود که در آن کالا توسط فروشنده ارسال می شود، اما خریدار کالای مورد نظر را دریافت نمی کند و یا این که کالا با انتظار خریدار متفاوت است. در مدل مربوطه بر نقش تصمیم گیری فروشنده تاکید می شود که می تواند مسئول انتخاب یک کالای ارزان قیمت با کیفیت پایین باشد.

برای تکمیل بازی، ضروری است ترجیحات دو بازیکن برای خروجی مشخص شود. واضح است که خروجی e_2 سودآورترین خروجی برای فروشنده و کم سودترین خروجی برای خریدار است. از طرف دیگر، به نظر می رسد که هر دو عامل، خروجی e_1 را به خروجی e_3 ترجیح می دهند؛ نتیجه ی آخر بر این فرض استوار است که قیمت فروش بالاتر از ارزش کالای ارائه شده برای فروشنده و پایین تر از ارزشی است که خریدار برای کالای مربوطه اختصاص می دهد، لذا، هر دو بازیکن ترجیح می دهند که معامله انجام شود. ترتیب ترجیحات زیر برای خروجی ها در نظر گرفته می شود:

برای خریدار: $e_1 \succ_B e_3 \succ_B e_2$

برای فروشنده: $e_2 \succ_B e_1 \succ_B e_3$

از آنجا که تعداد حرکات دو بازیکن محدود است، بازی می تواند توسط استنتاج معکوس[1] انجام شود. به عنوان مثال، در حالت آخر، فروشنده K (نگه داشتن کالا) را انتخاب می کند که ترجیح او از بین خروجی های e_2 و e_1 است. در ادامه، در حالت اول، خریدار تصمیم به R (عدم خرید) می گیرد که ترجیح او از بین خروجی های e_3 و e_2 می گردد. واضح است که با این شرایط معامله هرگز انجام نخواهد شد. نکته اصلی این است که فروشنده خروجی e_2 را اگر تنها یک

[1] Backward Induction

روند استنتاج روبه عقب در مسائل و موقعیت ها با مراحل محدود، جهت به دست آوردن اقدام بهینه در هر مرحله است که در نظریه بازی ها برای پیدا کردن تعادل نش زیر بازی کامل استفاده می شود که در بازی های پویا کاربرد دارند.

معامله امکان پذیر باشد (و همچنین اگر صادق نباشد) ترجیح می دهد. در جهان واقعی، فروشنده علاقمند به انجام معامله است و اغلب بیش از یک معامله انجام می دهد. این امر بدین معنی است که مدل قبلی باید به گونه ای که فروشنده ی صادق، حتی در صورتی که خریدار از این امر آگاه نباشد، خروجی e_1را ترجیح دهد، اصلاح گردد.

هنگامی که ریسک پذیری خریدار پایین باشد، بهترین انتخاب R (عدم خرید) است، به طوری که خروجی e_2 واقع گرایانه نخواهد بود، مگر این که امکان ارائه ی تضمین کافی به خریدار درباره ی انتخاب D (تحویل صحیح کالا به مشتری) توسط فروشنده وجود داشته باشد. البته، تصمیم نهایی خریدار نه تنها از سطح ریسک پذیری او تاثیر می پذیرد، بلکه متاثر از ضمانت تحویل کالا به مشتری توسط فروشنده است. در این جاست که اعتبار نقش مهمی ایفاء می کند.

مشکل اصلی جهت توسعه ی بازی که در شکل ۱ نشان داده شده، شرایط دنیای واقعی بوده که دو نکته را مطرح می سازد:

۱. مفهوم اعتبار نیازمند این است که فروشنده در تعداد زیادی از معاملات نقش داشته باشند، در نتیجه درخت تصمیم گیری بزرگ می شود.

۲. حتی با انجام تعداد قابل قبولی از معاملات با یک فروشنده ی منحصر به فرد، نمی توان آن را به عنوان یک بازی مکرر در نظر گرفت، چون معمولا خریدا در هر معامله متفاوت بوده، در نتیجه نمی توان از نتایج موجود در ادبیات مربوط به بازی های مکرر بهره برد.

نکته ی دوم بدین معنی است که یک بازی بسیار پیچیده با چندین بازیکن، متشکل از فروشنده ها و خریدارها باید مورد توجه قرار گیرد، از این رو، رویکرد شبیه سازی جالب و سودمند به نظر می رسد.

دو نکته اصلی مورد توجه قرار می گیرد: (۱) مدل پایه بسیار ساده است، اما هنگام معرفی مجموعه ای از بازی که در مطالعه ضروری است، به شدت پیچیده خواهد شد، (۲) یک خروجی از بازی وجود دارد که هر دو عامل خریدار و فروشنده با توجه به محتاطانه ترین خروجی ترجیح می دهند که معامله را انجام ندهند چرا که توسط مقدار زیادی از خروجی ها، پنهان شده است (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸).

در شرایط مشابه با شرایط قبلی که در آن یک بازیکن، برخی مواقع یک استراتژی را انتخاب می کند و برخی مواقع استراتژی دیگری را انتخاب می کند، نتایج ایده آل با جستجوی پاسخ در استراتژی های ترکیبی حاصل می گردد. به طور دقیق تر، یک استراتژی ترکیبی برای فروشنده، توزیع احتمالی (d,k) با $d,k\in[0,1], d+k=1$ است که d نشان دهنده ی این احتمال است که فروشنده، رضایت خریدار را برآورده می سازد و k این احتمال است که فروشنده رضایت خریدار را جلب نمی کند. این توزیع احتمال فراوانی را نمایش می دهد که در گذشته، فروشنده D یا K را انتخاب کرده است. به طور مشابه برای ریسک پذیری خریدار از یک استراتژی ترکیبی $p,r\in[0,1], p+r=1$ استفاده می شود، در این مورد هم با ارجاع به فراوانی در گذشته P یا R را انتخاب کرده است (هر چه P نزدیکتر به ۱ است، ریسک پذیری بیشتری دارد، هر چه P نزدیک به صفر، ریسک پذیری کمتری را نشان می دهد).

به هر حال احتمالات p,r,d,k فراوانی ها را به طور خلاصه بیان می کند، اما پیش زمینه ی دقیقی از عوامل ارائه نمی کند و متفاوت از رویکرد شبیه سازی می باشد. حتی در صورتی که ما تصمیم به ارائه ی احتمالاتی بگیریم که در آن بازیکنان، استراتژی های خود در آینده را انتخاب می کنند، رویکرد استراتژی ترکیبی یک رویکرد استاتیک است، چون تنها یک معامله در هر زمان، به جای مجموعه ای از معاملات در نظر می گیرد که احتمالا شامل خریداران مختلف

است درنتیجه برآورد معاملات قبلی فروشنده را دشوار می سازد، در مقابل، رویکرد شبیه سازی امکان برآورد ابعاد پویا در رفتار افراد مطابق با تجربیات پیشین و فعلی آن ها در سایر معاملات را فراهم می سازد.

یک راه برای اصلاح احتمالی مدل، تعریف بازی بیزین است که امکان برآورد عناصر غیرقطعی، مرتبط با هر رفتار مختلف بازیکنان، مطابق با یک توزیع احتمال معین را فراهم می آورد. به عنوان مثال، در شرایط ما، خریدار ممکن است دو نوع فروشنده را در نظر بگیرد: صادق (S') و متقلب (S'') که ترجیحات آن ها به ترتیب به صورت $e_2 \succ_{S''} e_1 \succ_{S''} e_3$ و $e_1 \succ_{S'} e_3 \succ_{S'} e_2$ می باشد. باید توجه داشت که فروشنده ی صادق (S') دارای ترجیحات مشابهی با خریدار است، بنابراین، انجام معامله در صورت اعتماد خریدار به صداقت فروشنده محتمل تر است. به منظور دارا بودن یک مدل واقع گرایانه، انواع مختلفی از فروشنده باید، درجات متفاوتی از صداقت را نشان دهند که این مساله نه تنها شامل عوامل مربوط به فروشنده، مانند توضیحات درست در مورد کالا، یا خدمات حمل و نقل با کیفیت بالاست، بلکه عوامل غیر مرتبط با فروشنده، مانند خرابی کالا را همچنین در بر می گیرد. به طور مشابه، یک مدل واقع گرایانه باید انواع مختلفی از خریداران را براساس سطح ریسک پذیری آن ها در نظر بگیرد. در نتیجه نتایج مدل بیزین به دلیل مشکل در دستیابی به داده های مناسب و پیچیدگی محاسباتی بالا، غیر قابل حل و بررسی است.

۳-۲. مدل ترکیبی بر اساس نظریه بازی و شبیه سازی عامل بنیان

در این بخش، ابتدا مدل ترکیبی پایه (بخش) که فرض اصلی آن در نظر گرفتن معاملات با قیمت برابر است، تشریح می شود که در آن هر فروشنده، کالا و یا خدماتی را به قیمت مشابهی می فروشد. دلیل اصلی این فرض، سهولت توصیف مدل و اعتبارسنجی آن است (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸). در ادامه، مدل به منظور در نظر گرفتن یک سناریوی واقعی تر بسط داده می شود: در واقع، معاملاتی با قیمت های متغیر (بخش ۳-۲-۲) و یک سیستم بیمه به منظور تضمین معاملات (بخش ۳-۲-۳) معرفی می شود.

۳-۲-۱. مدل پایه

جمعیتی متشکل از n افراد در مجموعه ای از n خریدار $(n)_B\ B$ و مجموعه ای از n خریدار $(n)_S\ S$ در نظر گرفته می شود. فرض بر این است که معاملات m_t در بازه زمانی $t = 1,2,3,\dots,T$ انجام می شود. در میان آن ها، m_t^c معاملاتی بوده که به طور کامل انجام شده (انجام خرید توسط خریدار) و m_t^h معاملاتی است که به درستی انجام شده است. به وضوح، نتیجه این است که $m_t^h \le m_t^c \le m_t$. قابل ذکر است که $m_t - m_t^c$ معاملاتی است که در آن خریدار، از خرید مطابق با خروجی e_3 نمایش داده شده در شکل ۳-۱ امتناع می کند. اعتبار کلی سیستم β به صورت زیر تعریف می شود:

$$\beta(0) = \beta_0$$

$$\beta(t+1) = (1 - w_\beta)\beta(t) + w_\beta \frac{m_t^h}{m_t^c}\ , \quad t = 1,2,3,\dots,T$$

مقدار $\beta(t+1)$ قابلیت اطمینان (اعتبار) کل سیستم را بعد از انجام n معامله ی (n_t^c) نشان می دهد. همچنین $\beta_0 \in [0,1]$ و $w_\beta \in [0,1]$ به ترتیب نشان دهنده ی قابلیت اطمینان اولیه و وزنی است که به نتایج آخرین معاملات با توجه به معاملات گذشته نسبت داده می شود.

در این بازی عامل سوم بی طرفی (RMS Infopoint)، مدیریت اعتبار را به طور متمرکز فراهم می کند. با درخواست مشتری، (RMS) اعتبار (ρ) فروشنده را فراهم می کند که به صورت دوره‌ای پس از پایان هر معامله به محض دریافت

بازخورد مشتری از معامله مورد نظر به روز رسانی می‌شود. اعتبار فروشنده (s) به شیوه ای مشابه با قابلیت اعتماد مشخص شده به طوری که اعتبار $\rho_S(t+1)$ فروشنده ی (s) در زمان شروع فاصله زمانی$(t+1)$ وابسته به اعتبار $\rho_S(t)$ او در ابتدای فاصله زمانی (t) و نتایج مثبت معاملات می باشد. به طور رسمی تر، معادلات مربوطه به شرح زیر است (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸):

$$\rho_S(0) = \rho_0^s$$
$$\rho_S(t+1) = \left(1 - w_p^s\right)\rho_S(t) + w_p^s T_t^s \ , \quad t = 1,2,3,\dots,T$$

T_t^s نسبت بین تعداد معاملات صحیح انجام شده به تعداد معاملات به طور کامل انجام شده در زمان (t) فروشنده ی (s) است. همچنین $\rho_0^S \in [0,1]$ و $w_p^s \in [0,1]$ به ترتیب مقادیر اعتبار اولیه و وزن نتایج معامله آخر است.

تجربه ی شخصی $\gamma_b(t)$ خریدار (b) به صورت زیر تعریف می شود:

$$\gamma_b(0) = \gamma_0^b$$
$$\gamma_b(t+1) = \left(1 - w_\gamma^b\right)\gamma_b(t) + w_\gamma^b\, T_t^b \ , \quad t = 1,2,3,\dots,T$$

T_t^b، در صورتی که خروجی آخر e_1باشد، برابر با ۱ است و در صورتی که خروجی آخر e_2 باشد، برابر با صفر است و در غیر این صورت (خروجی e_3)، برابر با $\gamma_b(t)$ خواهد بود. همچنین، $\gamma_0^b \in [0,1]$ و $w_\gamma^b \in [0,1]$، به ترتیب مقدار اولیه تجربه شخصی خریدار و نتایج معامله آخر (آخرین تجربه خریدار مربوطه) است.

در نهایت، نحوه ی تصمیم گیری خریدار در مدل ترسیم می شود. با فرض قیمت برابر، تصمیم خریدار (b) تنها بر اساس قابلیت اعتماد سیستم، تجربه ی شخصی خود او و اعتبار فروشنده می باشد. ایده، ترسیم تمایل خریدار (b) به انجام معامله به طور کامل در بازه ی زمانی $[t, t+1]$ بوده که مقدار W_b به صورت زیر تعیین می شود (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸):

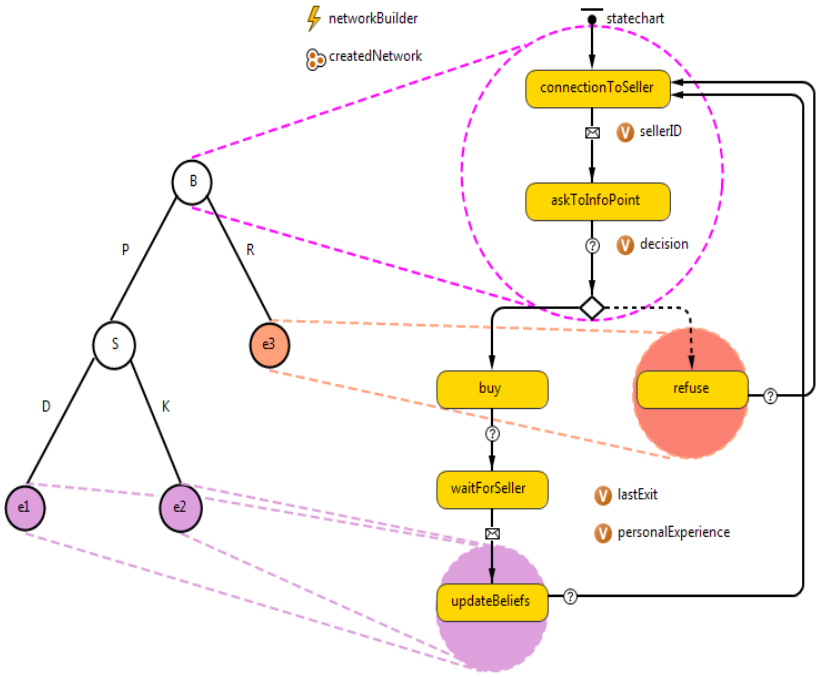
$$W_b = p_\beta^b \beta(t) + p_\gamma^b\, \gamma_b(t) + \left(1 - p_\gamma^b - p_\beta^b\right)p_s(t)$$

$p_\gamma^b \in [0,1]$ و $p_\beta^b \in [0,1]$ به ترتیب وزن ارائه شده به تجربه ی شخصی و قابلیت اعتماد (اعتبار) سیستم برای خریدار (b) است به گونه ای که $p_\gamma^b + p_\beta^b \le 1$. خریدار (b) تصمیم به انجام خرید با فروشنده ی (s) با احتمال $(1-z)$ در صورت $W_b > 1 - R_b$ می گیرد، به طوری که $Z \in [0,1]$ ضریب غیرمنطقی (احتمال تصمیم گیری غیر عادی) بودن را نشان می دهد و R_b تمایل به ریسک پذیری خریدار (b) می باشد. ایده، مقایسه ی ریسک ارزیابی شده ی معامله فعلی با تمایل خریدار به ریسک پذیری و تصمیم گیری بر همین اساس است.

۳-۲-۱-۱. عامل ها و محیط شبیه سازی

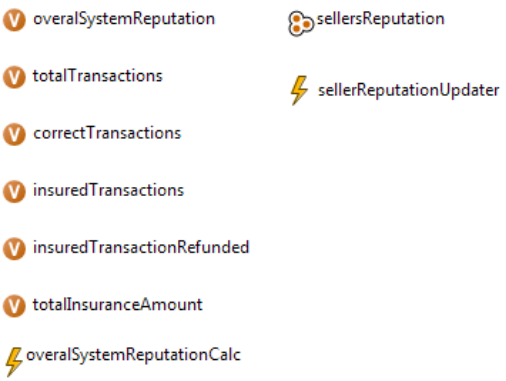
مدل پایه شبیه سازی عامل بنیان (ABS) از سه نوع عامل تشکیل شده که خریداران، فروشنده ها و (infopoint) را مدل سازی می کند. خریداران و فروشنده ها بر روی یک شبکه جهانی کوچک تعبیه شده اند که روابط احتمالی میان آن ها در این شبکه مدل سازی می شود. هر عامل همچنین به عامل (infopoint) متصل است. مدل های شبکه، معاملات احتمالی بین هر خریدار و همه ی فروشنده های بوده که می توانند کالا و یا خدمت مورد نیاز را ارائه کنند. با توجه به تغییر نیازهای خریدار، در هر بازه ی زمانی $t = 1,2,3,\dots,T$، روابط خریدار می تواند تغییر یابد. در این شبکه به منظور مدل سازی از این واقعیت استفاده می شود که تنها تعدادی از فروشنده ها دارای کالای مورد نیاز می باشند، چون فروشنده های دیگر در آن لحظه (معامله فعلی) بدون موجودی هستند.

در چارچوب شبیه سازی عامل بنیان (ABS)، یک نمودار حالت، رفتار عامل و تعاملات آن ها با محیط شبیه سازی را مدل سازی و انتقال میان حالات مختلف را توصیف می کند. شکل ۲ نمودار حالت عامل خریدار و روابط آن با بازی به فرم گسترده ترسیم شده در شکل ۱ را نمایش می دهد.



شکل ۲ نمودار حالت خریدار و روابط آن با بازی به فرم گسترده

در هر بازه ی زمانی $t = 1,2,3, \dots, T$ و برای هر معامله، خریدار (b) اطلاعات ρ_S درباره ی فروشنده ی (s) مرتبط را دریافت می کند. بعد از محاسبه ی مقدار W_b، خریدار تصمیم می گیرد که به فروشنده اعتماد کند و معامله را به طور کامل انجام دهد و یا منتظر بازه زمانی بعدی می ماند. هر زمان که معامله به طور کامل انجام شد، خریدار بازخوردی را به (RMS) ارائه می دهد تا (infopoint)، اعتبار فروشنده را به روزرسانی کند. علاوه بر این، تجربه شخصی خریدار γ_b نیز به روز می شود. نمودار حالت (infopoint) در شکل ۳ نمایش داده شده است.

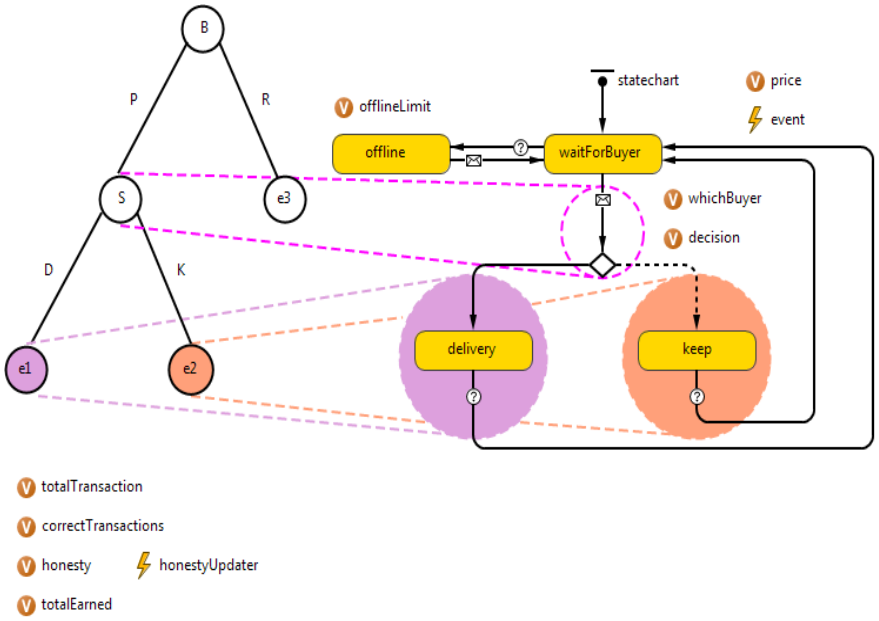


شکل ۳ نمودار حالت infopoin

نمودار حالت (infopoint)، شامل متغیرها و رویدادهای مورد نیاز می باشد.

شکل ۴ نمودار حالت عامل فروشنده و روابط آن با بازی به فرم گسترده را نمایش می دهد (شکل ۱). اساسا، فروشنده ی (s) منتظر تایید معامله از طرف خریدار می ماند و سپس تصمیم به صادقانه بودن معامله (انجام معامه به طور صحیح) با

احتمال $H_s(t)$ و یا تقلب با احتمال $1 - H_s(t)$ می گیرد. احتمال $H(t)$ در طول زمان به دنبال سیاست های گزارش شده در بخش ۳-۲-۱-۲ تغییر می کند. علاوه بر این، معاملات بین حالت " انتظار برای خریدار" و مدل "آفلاین" بدین صورت است که فروشنده بعد از اتمام L معامله تا بازه زمانی بعدی، آفلاین (از دسترس خارج) می شود.



شکل ٤ نمودار حالت فروشنده و ارتباط آن با بازی به فرم گسترده

۳-۲-۱-۲. سیاست های خریداران و فروشنده ها

مدل پایه می تواند به صورت سفارشی سیاست های متفاوتی برای خریداران و فروشنده ها به کار گیرد. در رابطه با خریداران، دو سیاست مختلف، اما بسیار ساده به منظور انتخاب یک فروشنده برای شروع معامله به کار گرفته شد: سیاست اول، انتخاب تصادفی در میان فروشنده ها ی مرتبط با خریدار بوده، در حالی که سیاست دوم، انتخاب فروشنده مرتبط (s) با بهترین اعتبار (ρ_s) می باشد.

سیاست های فروشنده ها به شیوه های مختلف به منظور به روز کردن احتمال $H_s(t)$ می باشد که احتمال بر این است که فروشنده ی (s)، با در نظر گرفتن اعتبار فعلی او ρ_s در سیستم، در معامله صادق است. با این فرض که H_0 مقدار اولیه ی صداقت یک فروشنده است، یعنی احتمال اینکه فروشنده با صداقت کامل معامله ی اول را به انجام برساند. سیاست اول پایداری نام دارد، زیرا مقدار صداقت در طی زمان ثابت است که به صورت زیر تعیین می شود:

$$H(t+1) = H(t) = H_0$$

با فرض این که Q_{min} و Q_{max} مقادیری است که یک درصد معین از فروشنده ها $(\mathrm{f}\,\%)$، اعتبار آن ها ρ_s کمتر از Q_{min} و بیشتر از Q_{max} باشد. به عبارتی دیگر $(\mathrm{f}\,\%)$ فروشنده ها، دارای اعتبار کمتر از (Q_{min}) و یا بیشتر از (Q_{max}) می باشند. دو سیاست بر اساس ایده ی زیر بیان می شود: زمانی که $(\rho_s < Q_{min})$، فروشنده تصمیم به افزایش $H_s(t)$ می گیرد، یعنی این که فروشنده مجبور به افزایش صداقت خود برای دستیابی به خریداران بیشتر می

شود، در مقابل، زمانی که $(\rho_s > Q_{max})$، فروشنده تصمیم به کاهش $H_s(t)$ می گیرد تا از اعتبار خود برای سودآوری بیشتر بهره ببرد (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸):

سیاست تهاجمی (α) به شرح زیر می باشد:

$$H(t+1) = \begin{cases} 1 & if \rho_s < Q_{min} \\ max \quad \{0, H(t) - \alpha\} & if \rho_s > Q_{max} \\ H(t) & otherwise \end{cases}$$

$\alpha \in [0,1]$، با مقدار نزدیک به صفر است:

سیاست آگاهی عمومی (a)

$$H(t+1) = \begin{cases} min \quad \{1, H(t) + a\sigma_{p(t)}\} & if \rho_s < Q_{min} \\ max \quad \left\{0, H(t) - \frac{\sigma_{p(t)}}{a}\right\} & if \rho_s > Q_{max} \\ H(t) & otherwise \end{cases}$$

$a \in N$ و $\sigma_{p(t)}$ انحراف معیار اعتبار فروشنده ها می باشد.

سیاست تهاجمی به شدت مقدار صداقت را هنگامی که اعتبار فروشنده زیر حد آستانه Q_{min} است، تغییر می دهد، در حالی که این مقادیر، هنگامی که اعتبار فروشنده بالای حد آستانه ی Q_{max} است، به آرامی کاهش می یابد. سیاست آگاهی عمومی، میانگین و انحراف معیار اعتبار فروشنده ها را محاسبه کرده که به شدت صداقت پایین را افزایش داده و تاحد کمی صداقت بالاتر را کاهش می دهد.

۳-۲-۲. قیمت های متغیر

فرض اساسی مدل پایه که در بخش ۳-۲-۱ گزارش شده، این است که کالا یا خدمات مورد نیاز برای همه فروشنده ها دارای قیمت مشابهی هستند. واضح است که این فرض کاملا محدود است و تنها برای اهداف اعتبار سنجی اتخاذ می شود. در این جا، مدل به منظور در نظر گرفتن قیمت های متغیر توسعه داده می شود. این امر به منظور ارزیابی اثر پس انداز احتمالی خریداران در طول معامله و ایجاد سیاست های جدید برای خریداران و فروشنده ها انجام می شود.

C و P_{max} به ترتیب هزینه و حداکثر قیمت فروش کالا یا خدمات فروش در طول معامله می باشند:$\pi_s(t)$ قیمت پیشنهادی توسط فروشنده ی (s) در بازده زمانی $t = 1,2,3,\dots,T$ هست. قیمت از π_0^s (قیمت اولیه ی کالا) شروع می‌شود که $\pi_s(0) = \pi_0^s$، به طوری‌که $C + \varepsilon < \pi_0^s \leq P_{max}$. مقدار (ε) حداقل درآمد (سود) درخواستی توسط فروشنده است.

۳-۲-۲-۱. سیاست های مبتنی بر پس اندازخریداران

خریدار باید پس انداز احتمالی را قبل از تصمیم به خرید و یا عدم خرید، در نظر بگیرد. سه سیاست مختلف شامل معیارهای پس اندار به منظور انتخاب فروشنده و ارزیابی تمایل او به انجام معامله پیشنهاد می شود:

سیاست حداقل قیمت:

خریدار فروشنده ای را انتخاب می کند که یک کالا یا خدمات را به بهترین قیمت به او ارائه کند.

سیاست قیمت خوب - ریسک پایین: خریدار همه فروشنده هایی که قیمت پایین تر از قیمت متوسط (π_t) را دارند در نظر می گیرد و سپس یکی از آن ها که دارای بیشترین اعتبار است، برای معامله انتخاب می کند: یعنی:

$$max_{\pi_s(t) \leq \pi_t} \quad \rho_s(t)$$

سیاست اعتبار خوب - قیمت پایین: خریدار فروشنده هایی که اعتبار بالاتر از اعتبار کلی سیستم $\beta(t)$ دارند را در نظر می گیرد و سپس یکی از آن ها که با بهترین قیمت کالا یا خدمت را ارائه می دهد، انتخاب می کند، یعنی:

$$min_{\rho_s(t)\geq\beta(t)} \quad \pi_s(t)$$

قابل ذکر است در صورتی که خریدار علاقمند به پس انداز پول باشد، می تواند تمایل بیشتری به ریسک پذیری داشته باشد. $r \in [0,1]$ ضریب بی احتیاطی برای مدل سازی این امر می باشد. معادله ۳-۴ مجددا به صورت زیر تعریف می شود (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸):

$$W_b = (1-r)\left(p_\beta^b \beta(t) + p_\gamma^b\, \gamma_b(t) + \left(1 - p_\gamma^b - p_\beta^b\right)p_s(t)\right) + r$$

با توجه به مقدار جدید W_b، مشابه با فرض قیمت برابر، خریدار تصمیم به انجام یا عدم انجام معامله می گیرد.

۳-۲-۲-۲. سیاست های مبتنی بر قیمت فروشنده ها

فروشنده می تواند از تغییر قیمت ها به منظور افزایش تعداد معاملات استفاده کند. سیاست های مبتنی بر قیمت بدین صورت است که فروشنده قیمت را هنگامی که اعتبارش خوب $(\rho_s > Q_{max})$ یا بد $(\rho_s < Q_{min})$ است، افزایش یا کاهش می دهد. لذا دو سیاست جدید برای فروشنده ها معرفی می شود:

سیاست مبتنی بر قیمت (α):

$$H(t+1) = H(t)$$

$$\pi(t+1) = \begin{cases} max\{(1-\alpha)\pi(t), c+\varepsilon\} & if\ \rho_s < Q_{min} \\ min\{(1+\alpha)\pi(t), P_{max}\} & if\ \rho_s > Q_{max} \\ \pi(t) & otherwise \end{cases}$$

مقدار (α) نزدیک به صفراست.

سیاست مبتنی بر قیمت و صداقت (δ):

$$H(t+1) = \begin{cases} max\{(1-w_\delta^s)\delta, H(t)\} & if\ \rho_s < Q_{min} \\ min\{0, H(t) - w_\delta^s\delta\} & if\ \rho_s > Q_{max} \\ H(t) & otherwise \end{cases}$$

با فرض $\delta \in [0,1]$ و جایگذاری $\alpha = (1 - w_\delta^s)\delta$ در معادله ۳-۹-۲ و با در نظر گرفتن وزن w_δ^s که مقدار آن $[0,1]$ است $(w_\delta^s \in [0,1])$ که نشان دهنده ی تمایل فروشنده ی (s) بین صداقت و قیمت کالای مربوطه می باشد. مقدار $\pi(t+1)$ به شکل زیر تعریف می شود:

$$\pi(t+1) = \begin{cases} max\{(1-(1-w_\delta^s)\delta)\pi(t), c+\varepsilon\} & if\ \rho_s < Q_{min} \\ min\{(1+(1-w_\delta^s)\delta)\pi(t), P_{max}\} & if\ \rho_s > Q_{max} \\ \pi(t) & otherwise \end{cases}$$

۳-۲-۳. بیمه در معاملات

در این بحش، مدل با در نظر گرفتن یک سیستم بیمه توسعه داده می شود. ایده اساسی، ارائه ی یک گزینه به خریدار بوده که در صورت تقلب فروشنده، تضمین کننده ی برگشت پول به خریدار باشد. در این جا، چهار قانون به منظور تعیین مقدار $I(t;s)$ حق بیمه در بازه زمانی $t = 1,2,3,\dots,T$ معرفی می شود:

۱. سیاست درصد ثابت: حق بیمه برابر با یک درصد خاص q از قیمت فروش است، یعنی:

$$I(t;s) = q\ \pi_s(t)$$

که در آن $q \in [0,1]$ است.

۲. سیاست مبتنی بر اعتبار جهانی: حق بیمه متناسب با اعتبار سیستم است، یعنی:

$$I(t;s) = \left(1-\beta(t)\right) q_{max}\, \pi_s(\mathrm{t})$$

$q_{max} \in [0,1]$ حداکثر درصد بیمه مجاز می باشد.

۳. سیاست مبتنی بر اعتبار فروشنده: حق بیمه متناسب با اعتبار یک فروشنده (s) درگیر در معامله می باشد، یعنی:

$$I(t;s) = \left(1-\rho_s(t)\right) q_{max}\, \pi_s(\mathrm{t})$$

۴. سیاست اعتبار ترکیبی: حق بیمه تابعی از هر دو معیار اعتبار سیستم و اعتبار فروشنده است، یعنی:

$$I(t;s) = \left[k_I\left(1-\beta(t)\right) + (1-k_I)\left(1-\rho_s(t)\right) q_{max}\, \pi_s(\mathrm{t})\right]$$

$q_{max} \in [0,1]$، فاکتور توزین است.

قیمت نهایی پرداخت شده توسط خریدار (b) تا پایان معامله با فروشنده ی (s) در بازه زمانی $t = 1,2,3,\dots,T$ ، بنابراین:

$$P_B^F = \pi_s(\mathrm{t}) + d_b(t;s) I(t;s)$$

$d_b(t;s)$ یک متغیر باینری بوده که مقدار ۱ در آن، تصمیم خریدار (b) به منظور بیمه کردن معامله با فروشنده ی (s) بوده که در بازه زمانی (t) انجام شده است، در غیر این صورت مقدار آن برابر با صفر است. چنین متغیری وابسته به پارامتر c_b تمایل خریدار (b) به حداقل آستانه اعتبار فروشنده برای خرید بدون تضمین معامله است، یعنی: $d_b(t;s) = 1$ با احتمال $(1-\mathrm{z})$، در صورت $\rho_s(t) < c_b$ و در غیر این صورت با احتمال (z).

هنگامی که خریدار (b) تصمیم به بیمه معامله می گیرد، باید تمایل خود به پس انداز را در نظر بگیرد. برای این منظور، در زمان انتخاب بهترین فروشنده، خریدار باید قیمت نهایی P_B^F را در نظر بگیرد.

٤. آنالیز کمّی

این مدل با استفاده از نرم‌افزار AnyLogic 8.5.1 پیاده‌سازی شده که یک کتابخانه مبتنی بر عامل است که برای اجرا مدل ترکیبی استفاده می‌شود. هر تست محاسباتی بر روی یک سناریوی خاص با سیاست‌های مختلف خریداران و فروشنده‌ها انجام می‌شود. هر اجرا در بازه زمانی $T = 5000$ تکرار می‌شود. جمعیت از $\mathrm{n} = 2000$ نفر تشکیل‌شده که $(n)_B = 1800$ خریدار و $(n)_S = 200$ فروشنده هست. علاوه بر این، هر خریدار با دوپنجم فروشندگان ارتباط دارد و اعتبار کلی سیستم در دوره‌ی زمانی ۵ به‌روزرسانی می‌شود. با یادآوری این‌که m_t^h, m_t^c, m_t در بازه زمانی $t = 1,2,3,\dots,T$ به ترتیب، تعداد کل معاملات انجام‌شده، آن دسته از معاملاتی که به‌طور کامل انجام‌شده و تعداد معاملات به‌طور صحیح انجام‌شده (بدون هیچ‌گونه تقلبی)، می‌باشد. درنهایت، به‌منظور ارزیابی نتایج هر تست محاسباتی، شاخص‌های عملکردی گزارش‌شده در جدول ۱ به کار گرفته شد.

جدول ۱ شاخص‌های عملکرد برای ارزیابی نتایج تست محاسباتی

$\mathbf{m^c_{avg}}$	متوسط تعداد معاملات تکمیل‌شده در یک بازه زمانی
$\boldsymbol{\gamma}_{\mathbf{avg}}$	متوسط مقدار $\gamma_b(\mathrm{t})$ در طول زمان و برای همه خریداران
$\boldsymbol{\nu}$	درصد معاملاتی که به‌درستی در میان همه‌ی معاملات تکمیل‌شده انجام‌شده است.
$\boldsymbol{\mu}$	متوسط سود یک فروشنده در یک بازه زمانی
$\boldsymbol{\eta}$	نسبت بین مقدار کل پول صرف شده توسط خریداران و m_t^h
$\mathbf{t}\,\boldsymbol{\beta} > \mathbf{0.9}$	بازه زمانی که اعتبار کلی سیستم برای اولین بار بالای ۰,۹ می‌شود.

$t\beta < 0.3$	بازه زمانی که اعتبار کلی سیستم برای اولین بار کمتر از ۰,۳ می‌شود.
ν_{ins}	درصد معاملات بیمه‌شده
ν_{rep}	درصد معاملات بیمه‌شده بازپرداخت شده
ζ_{avg}	میانگین حق بیمه در یک بازه زمانی واحد

٤-١. اعتبار سنجی مدل

ویژگی اصلی یک مدل مبتنی بر عامل، آنالیز رفتار کل افراد آن سیستم است؛ بنابراین، تائید چنین مدلی راحت نیست، چون رفتار سیستم نامشخص است. علاوه بر این، امکان مقایسه‌ی نتایج یک مدل ترکیبی با نتایج ارائه‌شده توسط سایر مدل‌های معتبر و یا با نتایج به‌دست‌آمده با ارزیابی یک شرایط واقعی وجود ندارد. لذا، مجموعه‌ای از سناریوها در نظر گرفته می‌شود، درصورتی‌که مدل به‌گونه‌ای که انتظار می‌رود، رفتار کند، رفتار سیستم قابل پیش‌بینی و معتبر باشد (آرینگیری و همکاران،۲۰۱۸). سه سناریو معرفی می‌شود (جدول ۲)، در یک جهان تقریباً کامل، یک جهان ترسناک و یک جهان احتمالی. هر سناریو توسط مجموعه‌ای از پارامترها مشخص می‌شود: در سناریوی "جهان تقریباً کامل" رفتار فروشنده تقریباً همیشه صادقانه است، در مقابل، در سناریوی "جهان ترسناک"، فروشنده‌ها صادق نیستند، درنهایت، سناریوی سوم یک وضعیت متوسط را نشان می‌دهد.

جدول ۲ سناریوهای مدل

سناریوهای به کار گرفته‌شده	$\min H_0$	$\max H_0$
جهان ترسناک (۱)	۰	۰,۳
جهان تقریباً کامل (۲)	۰,۷	۱
جهان احتمالی (۳)	۰,٤	۰,۹

همچنین جدول ۳ پارامترهای استفاده‌شده در مدل را نشان می‌دهد.

جدول ۳ پارامترهای مدل

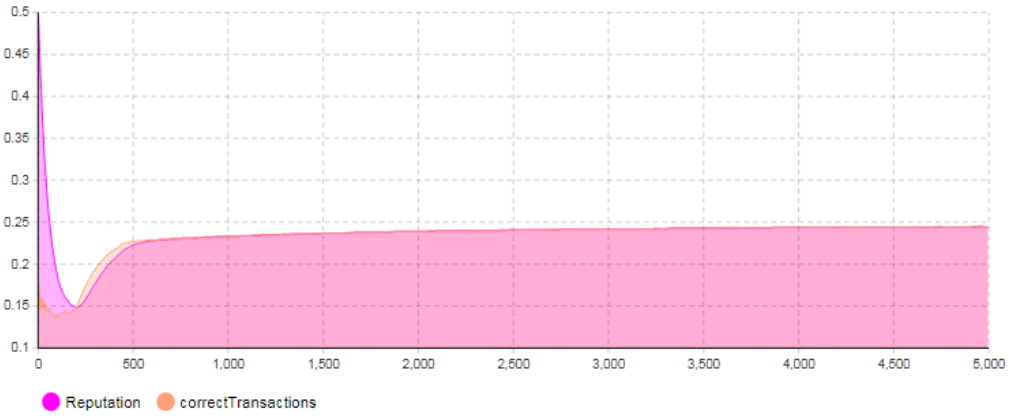
پارامترها	مقدار	پارامترها	مقدار
β_0	0.5	(f %)	0.4
w_β	0.1	$\min R_b$	0
w_p^s	0.1	$\max R_b$	1
w_γ^b	0.1	C	0.5
p_β^b	0.25	ε	0.1
p_γ^b	0.25	P_{max}	2
ρ_0^s	0.9	r	0.2
Z	0.02	L	100

جدول ۴ نتایج آزمایش‌های محاسباتی را بر روی سه سناریوی مختلف گزارش می‌کند که در این سناریوها، سیاست خریداران متغیر بوده، درحالی‌که برای فروشنده از یک سیاست ثابت استفاده می‌شود. با ذکر این موضوع که در مورد معاملات با قیمت برابر مقدار η از نسبت بین m_t^c و m_t^h محاسبه می شود.

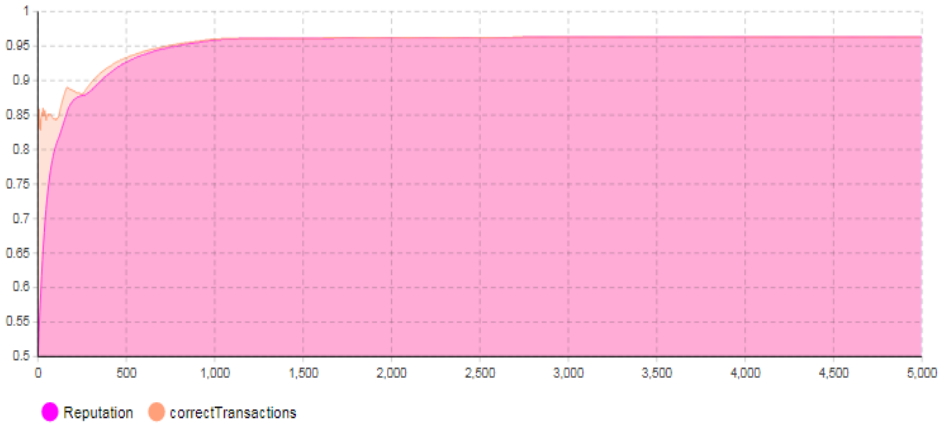
جدول ٤ (اعتبارسنجی) نتایج آزمایش‌های محاسباتی (خریداران)

سناریو	سیاست‌های خریداران	γ_{avg}	ν	μ	η	$t\beta > 0.9$	$t\beta < 0.3$
(۱)	**بهترین اعتبار**	۰,۲۴۴	۰,۲۴۴	۰,۱۲۳	۴,۰۹۱	–	۴۵,۹۹
(۲)	**بهترین اعتبار**	۰,۹۵۸	۰,۹۶۳	۰,۴۴۶	۱,۰۳۸	۳۶۰,۹۹	–
(۳)	**بهترین اعتبار**	۰,۸۲۲	۰,۸۳۲	۰,۴۱۲	۱,۲۰۲	–	–
(۳)	**تصادفی**	۰,۶۳۵	۰,۶۴۲	۰,۲۹۸	۱,۵۵۸	–	–

با در نظر گرفتن دو سناریوی مخالف که شامل "جهان ترسناک" و "جهان تقریباً کامل" است، نتایج مطابق انتظار است: به‌عنوان‌مثال، در سناریوی "جهان ترسناک"، مقدار ν بسیار پایین است، درحالی‌که این پارامتر در "جهان تقریباً کامل" بالاتر است. شکل ۵، نمودار مقادیر β و ν در طول زمان برای سناریوی جهان ترسناک (۱) و شکل ۶ این مقادیر را برای سناریوی جهان تقریباً کامل (۲) نشان می‌دهد. هر دو نمودار نشان می‌دهند که درصد معاملاتی که به‌طور کاملاً صحیح انجام‌شده، همان‌طور که انتظار می‌رفت، وابسته به اعتبار کلی سیستم می‌باشد.



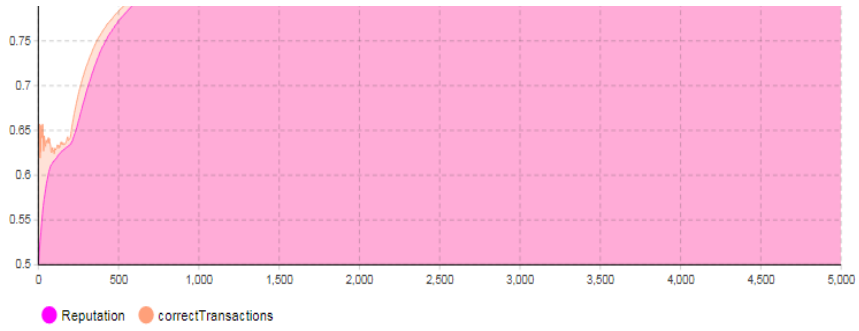
شکل ٥ مقدار β و ν برای سناریوی جهان ترسناک (۱) در طول زمان



شکل ۶ مقدار β و ν برای سناریوی جهان تقریباً کامل (۲) در طول زمان

با مشاهده جدول ۴، همان‌طور که انتظار می‌رفت، نتایج مربوط به سناریوی "جهان احتمالی" بین سناریوهای "جهان ترسناک" و "جهان تقریباً کامل" قرار دارد. شکل ۷ و ۸ مقدار β و ν برای سناریوی جهان احتمالی (۳) تحت سیاست‌های مختلف خریداران را نشان می‌دهد. طبق انتظار، درصد معاملاتی که به‌طور کاملاً صحیح انجام‌شده، مجدداً به اعتبار کلی سیستم وابسته است. علاوه بر این، فاصله بین نمودارهای ۷ و ۸، بهبود کیفیت را به‌واسطه‌ی انتخاب منطقی‌تر فروشنده با توجه به اعتبارش نشان می‌دهد.

شکل ۷ مقدار β و ν برای سناریوی جهان احتمالی (۳) با سیاست انتخاب تصادفی فروشنده توسط خریدار در طول زمان



شکل ۸ مقدار β و **ν برای سناریوی جهان احتمالی (۳) باسیاست انتخاب فروشنده مرتبط با بهترین اعتبار توسط خریدار در طول زمان**

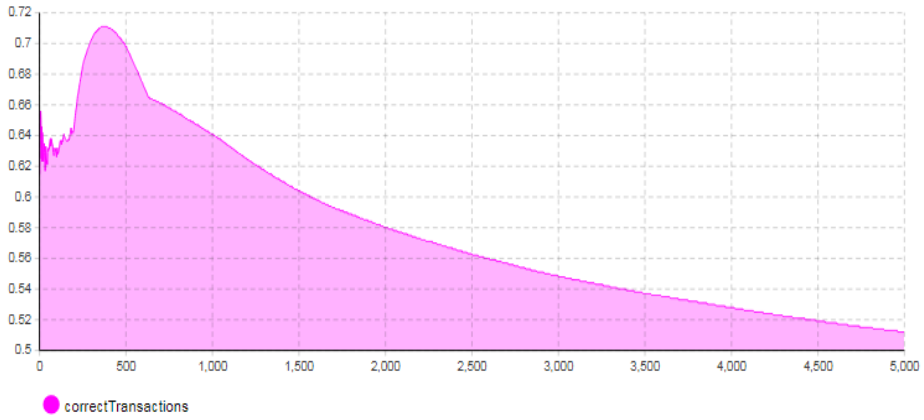
۴-۲. فروش باقیمت ثابت

در بخش قبلی، فرض بر این بود که فروشنده همیشه سیاست ثابتی را به کار می‌گیرد. هدف این بخش، آنالیز نحوه‌ی رفتار سیستم هنگام تغییر رفتار فروشنده مطابق با دو سیاست تهاجمی و آگاهی عمومی است. در ادامه، این سیاست‌ها تحت سناریوی "جهان احتمالی" و انتخاب فروشنده‌ی مرتبط با بهترین اعتبار توسط خریدار به کار گرفته شد.

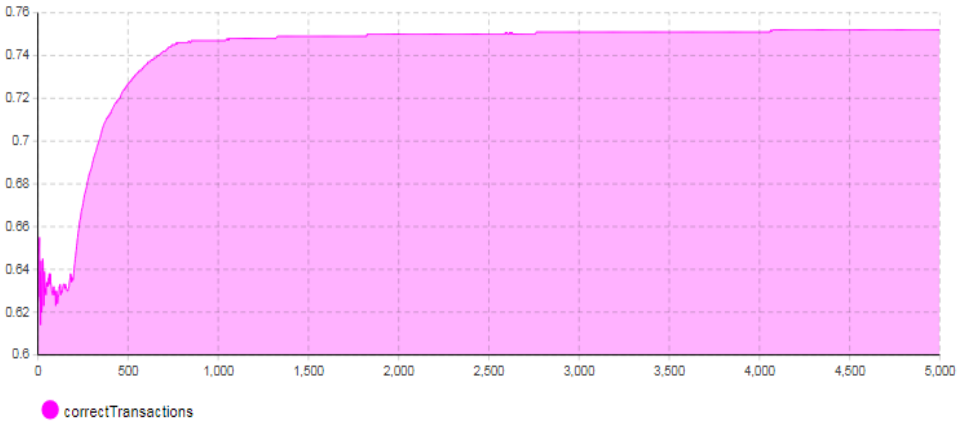
جدول ۵ نتایج مقایسه دو سیاست فروشندگان با $f = 0.4$ را گزارش می‌دهد. از این نتایج، مشهود است که سیاست آگاهی عمومی بر سیاست تهاجمی برتری دارد که این امر به دلیل مزایای آن برای فروشندگان و خریداران، به دلیل تعداد بالاتر معاملات انجام‌شده است. این مسئله از آنالیز شکل ۹ و ۱۰ مشهودتر است به‌طوری‌که درصد معاملاتی که به‌طور صحیح در میان تمام معاملات تکمیل‌شده انجام‌شده در سیاست آگاهی عمومی بیشتر از سیاست تهاجمی است که نشان‌دهنده‌ی صداقت بیشتر فروشنده‌ها باسیاست آگاهی عمومی نسبت به فروشنده‌ها باسیاست تهاجمی می‌باشد.

جدول ۵ نتایج آزمایش‌های محاسباتی (فروشنده‌ها)

سیاست‌های فروشنده‌ها	m^c_{avg}	γ_{avg}	ν	μ	η
تهاجمی	۳۵۸۷۴	۰,۴۹۸	۰,۵۱۲	۰,۴۴۱	۱,۹۵۳
آگاهی عمومی	۴۰۷۶۸	۰,۷۵۱	۰,۷۵۲	۰,۴۸۹	۱,۳۳



شکل ۹ مقدار ν برای سیاست تهاجمی فروشنده در طول زمان



شکل ۱۰ مقدار ν برای سیاست آگاهی عمومی فروشنده در طول زمان

٤-۳. فروش باقیمت متغیر

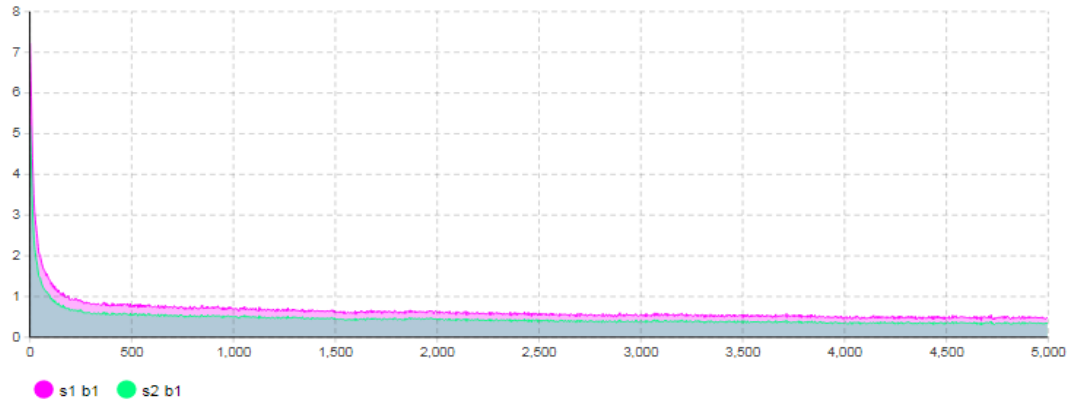
اکنون، شرایطی در نظر گرفته می‌شود که در آن کالا یا خدمات به قیمت‌های متفاوتی در بازار عرضه می‌شود. همچنین این مهم را باید در نظر داشت که هدف فروشنده‌ها به حداکثر رساندن سودشان می‌باشد. پارامترهای جدیدی که در مورد فروش باقیمت متغیر نسبت به فروش باقیمت ثابت به‌کاررفته شامل $P_{max} = 2$ ، $\varepsilon = 0.1$ و $r = 0.2$ می‌باشند.

سناریو در نظر گرفته‌شده در این بخش، "جهان احتمالی" است. سیاست‌های خریداران با حداقل قیمت (b1) قیمت خوب - ریسک پایین (b2) و اعتبار خوب- قیمت پایین (b3)، درحالی‌که سیاست‌های فروشندگان مبتنی بر قیمت (s1) و مبتنی بر قیمت و صداقت (s2) می‌باشد.

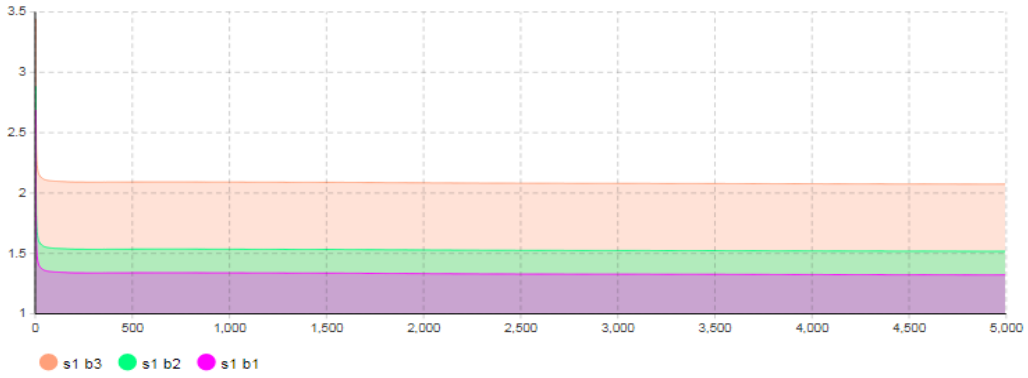
جدول ٦ نتایج آزمایش‌های محاسباتی برای ترکیب سیاست‌های مختلف خریداران و فروشنده‌ها (قیمت متغیر)

سیاست فروشنده‌ها	سیاست خریداران	m^c_{avg}	γ_{avg}	ν	μ	η
s1	b1	۲۰۱۰۴۹	۰۴۹۷	۰,۴۹۷	۰,۶۰۶	۱,۳۱۸
s1	b2	۲۲۷۵۱۲	۰,۶۳۶	۰,۶۴۷	۱,۱۶۲	۱,۵۱۴
s1	b3	۲۳۴۲۳۸	۰,۷۰۵	۰,۷۱	۲,۱۳۶	۲,۰۷
s2	b1	۲۴۴۴۸۲	۰,۹۲۸	۰,۹۳	۰,۴۶۳	۰,۷۷۳
s2	b2	۲۴۱۴۳۴	۰,۷۴۳	۰,۷۵	۱,۰۸	۱,۲۴۳
s2	b3	۲۲۶۲۴۶	۰,۶۲	۰,۶۳۳	۱,۴۴۷	۱,۵۰

جدول ۶ نتایج آزمایش‌های محاسباتی را برای همه‌ی ترکیبات احتمالی سیاست‌های خریداران و فروشندگان گزارش می‌کند. حتی در صورت تعیین تعداد کمی از معاملات انجام‌شده در طول هر بازه زمانی، ترکیب سیاست‌های (s1- b1) برای سیستم بهترین نتیجه را به همراه خواهند داشت، چون امکان به حداکثر رساندن سود فروشندگان را فراهم آورده و درعین‌حال، متوسط مقدار پول صرف شده توسط خریداران را نیز به حداقل می‌رساند. از دیدگاه فروشندگان، سیاست مبتنی بر قیمت (s1) بر سیاست مبتنی بر قیمت و صداقت (s2) برتری دارد، درواقع، با توجه به سیاست فروشنده‌ها، مقدار μ (s1) همیشه بهتر از (s2) است. این نکته در شکل ۱۱ نشان داده‌شده است. در شکل ۱۲ مقدار η را با در نظر گرفتن سیاست (s1) فروشنده‌ها با سیاست‌های مختلف خریداران را نشان می‌دهد که بیان‌کننده این موضوع می‌باشد که سیاست حداقل قیمت (b1) بر سایر سیاست‌های خریداران برتری دارد.



شکل ۱۱ مقدار μ برای ترکیب سیاست حداقل قیمت خریداران با سیاست‌های مختلف فروشنده‌ها در طول زمان



شکل ۱۲ مقدار η برای ترکیب سیاست مبتنی بر قیمت فروشنده‌ها با سیاست‌های مختلف خریداران در طول زمان

٤-٤. سیستم بیمه

سیستم بیمه به خریداران، فرصت‌هایی را برای صیانت از معاملات و در صورت عدم صداقت فروشنده، امکان برگشت پول را فراهم می‌آورد؛ بنابراین، اثر چنین سیستم بیمه‌ای بر رفتار کل سیستم تجارت الکترونیک مورد ارزیابی قرار داده شد. با توجه به آنالیز انجام‌شده در بخش قبلی، سناریوی "جهان احتمالی" با سیاست (s1) برای فروشندگان و (b1) برای خریداران را در نظر گرفته شد. میزان k_I تا ۰/۵ تنظیم‌شده است. با توجه به این موضوع که q_{max} به‌عنوان حداکثر درصد بیمه تنها هنگامی‌که اعتبار برابر با صفر است، به کار گرفته می‌شود، اما در محیط آزمایشی این اتفاق هرگز رخ نداد. جدول ۷ نتایج آزمایش‌های محاسباتی به‌منظور ارزیابی سیاست‌های متفاوت بیمه پیشنهادی را نمایش می‌دهد. چنین نتایجی به‌وضوح نشان‌دهنده‌ی برتری سیاست مبتنی بر اعتبار فروشنده می‌باشد.

جدول ۷ بیمه: نتایج آزمایش های محاسباتی

سیاست‌های بیمه	q_{max}	m^c_{avg}	γ_{avg}	ν	μ	η	ν_{ins}	ν_{rep}	ζ_{avg}
درصد ثابت	۰,۵	۲۰۴۸۰۵	۰,۵۰۲	۰,۴۹۷	۰,۶۱۴	۱,۲۹۸	۴۹,۵	۵۷,۴	۲۸۶۷
اعتبار جهانی	۱	۲۰۷۵۸۷	۰,۵۰	۰,۴۹۹	۰,۶۱	۱,۳۰۸	۴۹,۵	۵۷,۴	۲۶۷۵
اعتبار فروشنده	۱	۲۰۸۱۳۲	۰,۵۲۵	۰,۵۲۵	۰,۶۰۶	۱,۲۳۸	۴۹,۵	۵۲,۹	۳۴۸۵
ترکیبی	۱	۲۰۵۹۰۲	۰,۵۱۴	۰,۵۲۵	۰,۶۰۶	۱,۲۴۸	۴۹,۵	۵۴	۳۵۴۱

۵. نتیجه گیری

تجارت الکترونیک به دلیل فراوانی کالاها، تراکنش‌های سریع و آزاد بودن از زمان، مکان، فروشگاه و غیره روزبه‌روز محبوب‌تر شده است. با افزایش محبوبیت سیستم‌های تجارت الکترونیک، معاملات تجاری به‌شدت در حال افزایش است. چنین معاملاتی به‌صورت مستقیم صورت نمی‌گیرد، بلکه با حمایت پلتفرم‌های آنلاین انجام می‌شود، لذا خریدار به‌ویژه در صورت عدم موفقیت معامله، در موقعیت ضعیف‌تری نسبت به فروشنده قرار می‌گیرد. سیستم اعتبار به یکی از

مؤلفه‌های ضروری سیستم‌های تجارت الکترونیک مدرن تبدیل‌شده است زیرابه خریداران کمک می‌کند تا تصمیم‌گیری آگاهانه‌ای در انتخاب فروشندگان قابل‌اعتماد بگیرند. مرور پژوهش‌ها، نشان می‌دهد که اعتبار می‌تواند نقش مهمی در کاهش ریسک‌های خریدار در محیط تجارت الکترونیک فعلی ایفاء کند. یک (RMS) آنلاین، اعتباری را که از باورها و یا نظراتی که معمولاً در مورد شخص و یا برخی چیزها اعمال‌شده را دربر می‌گیرد که این مسئله می‌تواند تضمین‌کننده‌ی قابلیت اطمینان معاملات انجام‌شده در سیستم تجارت الکترونیک باشد. در این پژوهش، مدل ترکیبی بر اساس نظریه بازی و شبیه‌سازی مبتنی بر عامل به‌منظور آنالیز سیستم تجارت الکترونیک ارائه شد. از مزایای شبیه‌سازی ترکیبی نظریه‌ی بازی و آنالیز عامل بنیان، بهره‌برداری از مزایای شبیه‌سازی برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده و درعین‌حال حفظ جذابیت انتخاب رفتار منطقی عامل هست. نظریه‌ی بازی برای مدل‌سازی رفتار منطقی خریداران و فروشنده‌ها اتخاذ شد، درحالی‌که شبیه‌سازی مبتنی بر عامل امکان مدل‌سازی کل سیستم تجارت الکترونیک و شبکه‌های زیربنای آن را فراهم می‌کند. چنین رویکردی، پیچیدگی یک رویکرد نظریه بازی را کاهش می‌دهد. همچنین یک تحلیل کمّی گسترده به‌منظور تائید و اعتبار سنجی مدل و ارزیابی تأثیر مجموعه‌ای از سیاست‌های خریداران و فروشنده‌ها بر رفتار سیستم تجارت الکترونیک ارائه شد.

نتایج تجزیه‌وتحلیل کمّی، توانایی مدل در نمایش رفتار منطقی خریداران و فروشنده‌ها و تأثیر مثبت سیستم مدیریت اعتبار آنلاین بر تعداد کل معاملات تحت سیاست‌ها و سناریوهای مختلف تأیید می‌کند. به‌عبارتی‌دیگر سیستم مدیریت اعتبار آنلاین باعث افزایش اعتماد خریداران به معامله می‌شود. به‌طور خاص، این مدل امکان برآورد ارزش حق بیمه به‌منظور جلوگیری از ورشکستگی را فراهم می‌سازد. به‌طورکلی، مدل ارائه‌شده در این پژوهش، امکان حل یک مدل نظریه‌ی بازی پیچیده با استفاده از شبیه‌سازی مبتنی بر عامل مناسب فراهم می‌کند.

برای پیاده‌سازی مدل ترکیبی نرم‌افزار (Anylogic) به کار گرفته‌شده است. انی لاجیک یکی از قدرتمندترین نرم‌افزارها درزمینه ی مدل‌سازی عامل بنیان و شبیه‌سازی ترکیبی است که با استفاده از نمودار حالت‌هایی که در نرم‌افزار وجود دارد، رفتار عامل‌ها ترسیم می‌شود. همچنین به دلیل استفاده از زبان برنامه‌نویسی جاوا رفتارهای پیچیده در هریک از این نمودارهای حالت پیاده‌سازی می‌گردد. لذا استفاده از این نرم‌افزار بهترین انتخاب است.

مدل ترکیبی ارائه‌شده را می‌توان به‌منظور حل سؤالات پژوهشی مختلف، از هر دو دیدگاه مدل‌سازی و کاربردی توسعه داد. از دیدگاه مدل‌سازی، می‌توان بازاری با اقلام و کالاهای متفاوت با جمعیت زیادی از افراد در نظر گرفت که افراد در لحظات مختلف نقش خریدار و فروشنده را ایفاء می‌کنند.

این پژوهش برای مدل‌سازی رفتار منطقی افراد به‌کاررفته لذا فرض بر این است خریداران بازخوردهای صحیحی ارائه می‌کنند، اما لزوماً همه‌ی کاربران منطقی نیستند. کاربران غیرمنطقی ممکن است بازخوردهای غیرمنصفانه‌ای ارائه دهند. دو نوع بازخورد ناعادلانه وجود دارد؛ بازخورد مثبت کاذب و بازخورد منفی کاذب، در بازخورد مثبت کاذب، خریدار بازخورد خوبی در مورد فروشنده ارائه می‌دهد، اگرچه کیفیت محصول فروشنده ضعیف است. چنین رفتاری از سوی خریدار شامل سناریوهای تبانی خریدار با فروشنده و غیرمنطقی بودن خریدار است. در بازخورد منفی کاذب، خریدار بازخورد بدی در مورد فروشنده ارائه می‌دهد، اگرچه کیفیت محصول فروشنده خوب است. چنین رفتاری از جانب خریدار نشان‌دهنده‌ی غیرمنطقی بودن وی است. دو نوع روش برای مقابله با این بازخوردها وجود دارد روش پیشگیرانه که به شناسایی بازخوردهای ناعادلانه می‌پردازد و روش تشویقی که خریداران را برای ارائه‌ی بازخورد منصفانه تشویق

می‌شوند. ایده‌ی پیشنهادی، استفاده از سیستم تشویقی و مرتبط کردن اعتبار خریدار با فروشنده است به‌طوری‌که اگر اعتبار فروشنده کاهش یابد آنگاه اعتبار تمام خریدارانی که آن را تأیید کرده‌اند (با ارائه بازخوردهای مثبت) نیز کاهش می‌یابد و بالعکس. به‌عبارتی‌دیگر خریدار با ارائه بازخورد در مورد فروشنده، اعتبار خود را به خطر می‌اندازد، لذا بازخورد منصفانه‌ای ارائه می‌دهد. تشخیص بازخوردهای ناعادلانه و مقابله با آن می‌تواند در پژوهش‌های آتی موردبررسی قرار گیرد. فروشنده‌ها همچنین ممکن است رفتارهای مخربی همچون، تلاش برای تقویت اعتبار خود از طریق یک سری معاملات کم‌ارزش و سپس فریب دان برخی خریداران با معاملات باارزش بالا، در مدت کوتاهی، از خود به نمایش بگذارند، شناسایی و جلوگیری از کلاهبرداری چنین فروشنده‌هایی، می‌تواند موضوع بحث در پژوهش‌های آتی باشد.

در این پژوهش برای تضمین بازگشت پول خریدار در صورت عدم صداقت فروشنده از سیستم بیمه استفاده‌شده است، در صورت عدم تمایل به سیستم بیمه می‌توان از ایده‌ی بازپرداخت فوری بدون بررسی کیفیت برای مشتریان ممتاز استفاده نمود. شناسایی مشتریان ممتاز و بازپرداخت برای آن‌ها می‌تواند موضوع جالبی برای علاقه‌مندان به حوزه‌ی تجارت الکترونیک در پژوهش‌های آتی باشد (ساتیانارایانا و تالامراجو،۲۰۲۲).

از دیدگاه کاربردی، لازم به ذکر است که انعطاف‌پذیری ذاتی رویکرد مدل‌سازی استفاده‌شده در این پژوهش می‌تواند به‌منظور ارزیابی اثربخشی (RMS) با توجه ویژه به مدیریت اعتماد در محاسبات ابری به کار گرفته شود (منیر و همکاران،۲۰۱۵). محاسبات ابری یک مدل محاسباتی جدید بوده که شامل برون‌سپاری فن‌آوری‌های کامپیوتری به دلیل عدم دسترسی به مکان‌های خاص هست. همچنین با داده‌های واقعی در اجرای شبیه‌سازی می‌توان مشکلات مدیریتی سیستم‌های تجارت الکترونیک را شناسایی و با استفاده از تجزیه‌وتحلیل نتایج، در جهت بهبود سیستم مربوطه تصمیماتی اتخاذ کرد.

منابع

- ✓ بورشچف، آندره،۱۳۹۵، معرفی مدل‌های شبیه‌سازی عامل بنیان: به همراه آموزش جامع نرم‌افزار. ترجمه پرهام عظیمی و دیگران [قزوین] سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.
- ✓ Aringhieri, R., Duma, D. and Fragnelli, V., 2018. Modeling the rational behavior of individuals on an e-commerce system. Operations Research Perspectives, 5, pp.22-31.
- ✓ Balasubramani, P., 2020. Feasibility of Game Theory and Mechanism Design Techniques to Understand Game Balance (Doctoral dissertation, Purdue University Graduate School).
- ✓ Bonabeau, E., 2002. Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. Proceedings of the national academy of sciences, 99(suppl_3), pp.7280-7287.
- ✓ Borshchev, A., 2013. The big book of simulation modeling: multimethod modeling with AnyLogic 6. AnyLogic North America.
- ✓ Bousquet, F., Lifran, R., Tidball, M., Thoyer, S. and Antona, M., 2001. Agent-based modelling, game theory and natural resource management issues. Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 4(2), p.0.
- ✓ Farooqui, A.D. and Niazi, M.A., 2016. Game theory models for communication between agents: a review. Complex Adaptive Systems Modeling, 4(1), pp.1-31.
- ✓ Geckil, I.K., 2016. Applied game theory and strategic behavior. Chapman and Hall/CRC.
- ✓ Gotsi, M. and Wilson, A.M., 2001. Corporate reputation: seeking a definition. Corporate communications: An international journal, 6(1), pp.24-30.
- ✓ Hamill, L. and Gilbert, N., 2015. Agent-based modelling in economics. John Wiley & Sons.

- ✓ Jennings, N.R., Sycara, K. and Wooldridge, M., 1998. A roadmap of agent research and development. Autonomous agents and multi-agent systems, 1(1), pp.7-38.
- ✓ Jiang, Y., Wang, C., Wang, Y. and Gao, L., 2019, February. A privacy-preserving e-commerce system based on the blockchain technology. In 2019 IEEE International Workshop on Blockchain Oriented Software Engineering (IWBOSE) (pp. 50-55). IEEE.
- ✓ Kamvar, S.D., Schlosser, M.T. and Garcia-Molina, H., 2003, May. The eigentrust algorithm for reputation management in p2p networks. In Proceedings of the 12th international conference on World Wide Web (pp. 640-651).
- ✓ Macal, C.M. and North, M.J., 2005, December. Tutorial on agent-based modeling and simulation. In Proceedings of the Winter Simulation Conference, 2005. (pp. 14-pp). IEEE.
- ✓ Macy, M.W. and Willer, R., 2002. From factors to actors: Computational sociology and agent-based modeling. Annual review of sociology, pp.143-166.
- ✓ Monir, M.B., AbdelAziz, M.H., AbdelHamid, A.A. and EI-Horbaty, E.S.M., 2015, December. Trust management in cloud computing: a survey. In 2015 IEEE Seventh International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS) (pp. 231-242). IEEE.
- ✓ Noorian, Z. and Ulieru, M., 2010. The state of the art in trust and reputation systems: a framework for comparison. Journal of theoretical and applied electronic commerce research, 5(2), pp.97-117.
- ✓ Satyanarayana, G. and Tallamraju, R.B., 2021. A Game Theoretic Algorithm for Elite Customer Identification in Online Fashion E-Commerce. arXiv preprint arXiv:2105.00325.
- ✓ Schelling, T., 1978. Micromotives and Macrobehavior. New York, London: WW Norton and Company.
- ✓ Shoham, Y. and Leyton-Brown, K., 2008. Multiagent systems: Algorithmic, game-theoretic, and logical foundations. Cambridge University Press.
- ✓ Sorin, S., 1999. Merging, reputation, and repeated games with incomplete information. Games and Economic Behavior, 29(1-2), pp.274-308.
- ✓ Thakur, S., 2019. A reputation management mechanism that incorporates accountability in online ratings. Electronic Commerce Research, 19(1), pp.23-57.
- ✓ van Leeuwen, E. and Lijesen, M., 2016. Agents playing Hotelling's game: an agent-based approach to a game theoretic model. The Annals of Regional Science, 57(2), pp.393-411.
- ✓ Yamamoto, H., Ishida, K. and Ohta, T., 2005. Temptation and contribution in C2C transactions: Implications for (DES)igning reputation management systems. In International Workshop on Trust in Agent Societies, International Workshop on Trust in Agent Societies (pp. 218-234). Springer, Berlin, Heidelberg.