Industrial Management Perspective

Print ISSN: 2251-9874, Online ISSN: 2645-4165
Volume 10, Serial Number 37, Spring 2020, Pages 117-142 (Original Article)
DOI: 10.52547/JIMP.10.1.117

Enhancing Diffusion of Innovation through Operational Analysis of Agent-Based Modelling

Ehsan Abolfathi[*], Abbas Toloie Eshlaghy[**], Mohammad Reza Hamidi Zadeh[***]

Abstract

The purpose of this study is to introduce a method to improve innovation diffusion by using agent-based modeling. In this regard, an operational analysis to create agent-based modeling is investigated. agent-based model of this research is carried out in combination with the bass model. in this model, inputs include advertising effects and word-of-mouth effects estimated using the bass diffusion model. output of the model is also the total number of innovation adopters at each time step in the potential market that has been validated after the model has been correspond to real data (diffusion of television in Iran). to be more correspondent to real-world, the agent-based model is developed by preferential attachment-based network. after creating the model, the validation and verification were carried out by experiments and the operational analysis of the agent-based modeling. after model validation, we examine our method (using artificial innovators) for improving the diffusion of innovation. after validating the model, the proposed method for improving innovation diffusion through ten scenarios is investigated. in addition, a proposed criterion for analyzing the output of the innovation diffusion is presented, which is used to analyze the outputs. after the analysis, the method of artificial innovators was effective.

Keywords: Operational Analysis; Agent-Based Modeling; Diffusion of Innovation Marketing; Bass Model; Artificial Innovators.

Received: Nov. 20, 2018, Accepted: Dec. 17, 2019.
* Ph.D Student, Department of industrial management, Science and Research Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.
** Professor, Department of industrial management, Science and Research Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran (Corresponding Author).
E-mail: toloie@gmail.com
*** Professor, Shahid Beheshti university.

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

شاپای چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپای الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵

سال دهم، شماره ۳۷، بهار ۱۳۹۹، ص‌ص ۱۱۷ – ۱۴۲ (**نوع مقاله: پژوهشی**)

DOI: 10.52547/JIMP.10.1.117

بهبود انتشار نوآوری از طریق تحلیل عملیاتی مدل‌سازی عامل‌بنیان

احسان ابوالفتحی*، عباس طلوعی اشلقی، محمدرضا حمیدی‌زاده*****

چکیده

هدف این پژوهش شناخت و معرفی روشی برای بهبود انتشار نوآوری با استفاده از مدل‌سازی عامل‌بنیان می باشد. و در این رهگذر تحلیلی عملیاتی برای ایجاد مدل‌سازی عامل‌محور ارائه و بررسی گردید. مدل عامل‌محور این پژوهش در ترکیب با مدل انتشار باس ایجاد شد. در این مدل ورودی‌ها شامل احتمال پذیرش به‌واسطه رسانه‌های جمعی و احتمال پذیرش به‌واسطه گفت‌وگوهای کلامی است که با بهره‌گیری از مدل انتشار باس تخمین زده شده‌اند. خروجی مدل نیز تعداد کل پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی در بازار بالقوه است که پس از اجرای مدل، انطباق این داده‌ها با داده‌های دنیای واقعی تأیید گردید. برای ساخت مدل از داده‌های واقعی مربوط به انتشار نوآوری (انتشار تلویزیون) در ایران و برای توسعه مدل از ساختار شبکه‌ای ترجیحی استفاده شد. پس از برپاسازی مدل، مباحث مربوط به اعتبارسنجی و اعتباربخشی آن با انجام آزمایش‌های مربوطه و براساس گام‌های ارائه‌شده در تحلیل عملیاتی مدل‌سازی عامل‌بنیان لحاظ گردید و روشی که برای بهبود انتشار نوآوری معرفی شده است در قالب ۱۰ سناریو موردبررسی و آزمون قرار گرفت. پس از تحلیل خروجی‌های این سناریوها، روش پیشنهادی در بهبود انتشار نوآوری، به‌ویژه برای غلبه بر تأخیر اولیه در پذیرش نوآوری مؤثر تشخیص داده شد.

کلیدواژه‌ها: تحلیل عملیاتی؛ مدل‌سازی مبتنی بر عامل؛ بازاریابی حوزه انتشار نوآوری؛ مدل باس؛ نوآوران مصنوعی.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۲۹، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۲۶.

* دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

** استاد، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

E-mail: toloie@gmail.com

*** استاد، دانشگاه شهید بهشتی.

۱. مقدمه

اهداف عمده این پژوهش شامل ارائه روشی برای بهبود انتشار و پذیرش نوآوری و ارائه و شناخت تحلیلی عملیاتی برای اجرای مدل‌سازی عامل‌محور است. در این راستا در دو بخش هر یک از این اهداف بررسی شده است.

روشی برای بهبود انتشار و پذیرش نوآوری. نوآوری مفهومی گسترده دارد و همین مفهوم گسترده بر اهمیت پذیرش و انتشار آن می‌افزاید. در حوزه صنعت و خدمات که عموماً انتشار و پذیرش یک محصول و یا یک خدمت و یا یک فرآیند جدید مدنظر است، پذیرش یا عدم‌پذیرش نوآوری و میزان گسترش آن، همچنین سرعت پذیرش نوآوری و تأخیر در پذیرش آن در مراحل ابتدایی و آغازین می‌تواند نقش مهمی در سرنوشت سازمان‌ها و شرکت‌ها ایفا کند [۴۳، ۴۶]. بر این اساس نه‌تنها سود و سهم بازار شرکت‌ها و وضعیت آن‌ها در برابر رقبا متأثر از موارد یادشده است، بلکه در مرتبه‌ای بالاتر بقا و حیات یک شرکت و یا یک سازمان نیز با چگونگی پذیرش و انتشار نوآوری در ارتباط است؛ ازاین‌رو تلاش‌های فراوانی به‌منظور ارائه راهکارهایی برای بهبود پذیرش و انتشار نوآوری صورت پذیرفته است که عمده این تلاش‌ها بر اثرگذاری بر دو متغیر پذیرش نوآوری به‌واسطه رسانه‌های جمعی (تبلیغات) و پذیرش نوآوری به‌واسطه گفت‌وگوهای کلامی (دهان‌به‌دهان) تمرکز داشته‌اند. رند و راست (۲۰۱۱) و دلره و جاگر (۲۰۱۰)، معتقدند که پذیرش نوآوری به‌واسطه رسانه‌های جمعی بیشتر می‌تواند در شناخته‌شدن یک نوآوری کارایی داشته باشد و صرف هزینه‌های سرسام‌آور برای تبلیغات نمی‌تواند تأثیری جدی و اثرگذار در بهبود و ارتقای پذیرش نوآوری و انتشار آن داشته باشد. آن‌ها پیشنهاد داده‌اند که بهتر است پژوهشگران برای رسیدن به این مهم، راهکارهایی را لحاظ کنند که از طریق تأثیرگذاری بر گفت‌وگوهای کلامی (دهان‌به‌دهان) پذیرش و انتشار نوآوری را بهبود بخشند [۱۴، ۴۰].

رند و راست (۲۰۱۱)، دلره و جاگر (۲۰۱۰)، واتم و گل و روگبر (۲۰۰۹)، هلدا و ویلکینگسون (۲۰۱۴) و کاووسکی و مارکویچ (۲۰۱۶) نیز در پژوهش‌های جداگانه‌ای بیان کرده‌اند ازآنجاکه تأثیرگذاری بر گفت‌وگوهای کلامی در سطح خُرد صورت می‌پذیرد و ازآنجاکه مدل‌سازی عامل‌بنیان قادر است بررسی الگوهای رفتار فردی و کنش و برهم‌کنش عوامل با یکدیگر و محیط را فراهم آورد، می‌تواند نسبت به سایر روش‌های مرسوم ابزار مناسب‌تری برای بررسی تأثیرگذاری بر گفت‌وگوهای کلامی در انتشار نوآوری باشد [۱۳، ۱۴، ۲۸، ۴۰، ۴۷].

با توجه به آنچه بیان شد در این پژوهش تلاش شده است تا روشی برای اثرگذاری بر گفت‌وگوهای کلامی و درنهایت بهبود پذیرش و انتشار نوآوری ارائه شود. ازآنجاکه روش ذکرشده در سطح خُرد ارائه می‌شود و ارتباط بین عامل‌ها یعنی ارتباط بین فرد با فرد (عامل با عامل) و فرد با محیط را موردبررسی و تحلیل قرار می‌دهد، استفاده از مدل‌سازی عامل‌بنیان را

برای اجرا و بررسی این روش ضروری می‌گرداند؛ علاوه بر این، لزوم مدل‌کردن اعمال و ویژگی‌های مشتریان به‌صورت ناهمگون و مدل‌کردن پویایی سیستم، به‌ویژه تغییر در تصمیم مشتریان در طول زمان از عدم‌پذیرش نوآوری به پذیرش نوآوری و تعداد بیش‌ازحد عامل‌ها (مشتریان در بازار) از جمله دلایل دیگری است که موجب بهره‌گیری از مدل‌سازی مبتنی بر عامل در این پژوهش شده است.

تحلیل عملیاتی برای ایجاد مدل‌سازی عامل‌بنیان. عده‌ای از پژوهشگران انتقاد ویژه‌ای به بهره‌گیری از مدل‌های عامل‌بنیان دارند؛ اینکه این مدل‌ها دارای نرم‌افزارهای قدرتمندی هستند و همچنین از پارامترهای فراوانی استفاده می‌کنند؛ بنابراین می‌توانند با توجه به هر داده‌ای به‌عنوان ورودی، خروجی خود را با خروجی دنیای واقعی تطبیق دهند؛ بدون اینکه اجزای پدیده در دنیای واقعی و ارتباطات این اجزا با یکدیگر در مدل لحاظ شده باشند [۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۲۱، ۲۲، ۲۵، ۳۶، ۳۸، ۳۹، ۴۰].

علاوه بر انتقاد واردشده، وجود تعداد فراوان مقاله‌ها در حوزه مدل‌سازی عامل‌بنیان که این راه را پیموده‌اند، باعث می‌شود که تلاش برای توجه به بحث اعتبارسنجی و اعتباربخشی مدل‌های عامل‌محور و همچنین تلاش برای مدون‌کردن راهنما و دستورالعملی استاندارد و جامع برای این مدل‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار شود. در این راستا، در پژوهش حاضر تلاش شده است تا یک تحلیل جامع و کاربردی (آناتومی عملیاتی) برای اجرای مدل‌سازی عامل‌بنیان ارائه و بررسی شود که وجه تمایز این تحلیل عملیاتی با سایر دستورالعمل‌ها و راهنماهای موجود به شرح زیر است:

۱) تحلیل عملیاتی این پژوهش مبتنی بر وجود نظریه یا فرضیه‌ای برای انطباق مدل در سطح خُرد است؛ درحالی‌که دستورالعمل‌های دیگر به‌صورت مشخص و شفاف به این موضوع نمی‌پردازند؛

۲) سنجش اعتبار مدل در سایر دستورالعمل‌ها تطبیق مناسبی با گام‌های مدل‌سازی مبتنی بر عامل ندارد و نقاطی که باید در آن به سنجش اعتبار مدل توجه بیشتری شود، معلوم نشده است؛

۳) تحلیل عملیاتی این پژوهش به‌گونه‌ای کاربردی‌تر، چگونگی ارتباط مدل‌سازی عامل‌بنیان با دیگر روش‌های مدل‌سازی را نشان می‌دهد؛ همچنین گام‌های نظام‌مندتری را ارائه می‌دهد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

نوآوری. نوآوری، ایجاد محصولات و خدمات جدید و یا تغییر در خدمات و محصولات موجود و نیز تغییر در روش خلق و عرضه محصولات با هدف پاسخگویی به بازارهای جدید و نیازهای مشتریان است. نوآوری را در مفهومی گسترده، یک ایده، کارکرد، خدمت، هدف، وسیله و یا

تطبیق‌پیداکردن با وضعیتی متغیر که شخص آن را نو و جدید تصور می‌کند، لحاظ می‌کنند [۲۳، ۴۳، ۴۶]. در پژوهش حاضر چنین منظور گسترده‌ای از نوآوری مدنظر نیست و ایجاد محصولات و خدمات جدید و انتشار و پذیرش آن‌ها در بازار، موردتوجه قرار گرفته است.

انتشار نوآوری. فورت و وود لاک (۱۹۶۰)، برای چگونگی پذیرش نوآوری در بازار توسط مشتریان به ارائه نمودارهایی پرداختند. در این نمودارها محور عمودی مجموع تعداد پذیرندگان کالای جدید و محور افقی، زمان (سال) بود. این نمودارها که برای محصولات فراوان و مختلفی ایجاد شده بود، نشان می‌داد که نمودارهای انتشار نوآوری به‌صورت Sشکل پدید می‌آید [۲۰]. باس (۱۹۶۹) با توجه به این نمودارها، مدلی تحلیلی را برای انتشار نوآوری ارائه داد که این مدل به شرح زیر است:

$$s(t) = m\ \frac{(p+q)^2}{p}\ \frac{e^{-(p+q)t}}{(1+\frac{q}{p}e^{-(p+q)t})^2} \qquad (۱)$$

در رابطه ۱، s(t) تعداد پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی، p ضریب نوآوری، q ضریب تقلید و m تعداد پذیرندگان بالقوه در بازار است. در فرض اصلی مدل باس، پذیرندگان نوآوری در دو گروه نوآوران و مقلدان قرار می‌گیرند که نوآوران پذیرندگان جاری و مقلدان پذیرندگان بالقوه هستند؛ یعنی هنوز نوآوری را نپذیرفته‌اند. همچنین سرعت و زمان پذیرش به احتمال پذیرش به‌واسطه رسانه‌های جمعی p (اثرات خارجی) و احتمال پذیرش به‌واسطه گفت‌وگوهای کلامی q (اثرات داخلی) وابسته است [۹]. در این پژوهش، مدل عامل‌بنیان در ترکیب با مدل تحلیلی باس ایجاد شده و مقادیر p و q ا استفاده از همین مدل محاسبه شده است.

مدل‌سازی مبتنی بر عامل. مدل‌سازی عامل‌محور یکی از روش‌های قدرتمند در شبیه‌سازی است که با خلق یک جمعیت مصنوعی از عامل‌های خودمختار و اجازه‌دادن به آن‌ها برای تعامل با سایر عوامل و محیط عمل می‌کند. مدل‌سازی مبتنی بر عامل برای درک، جست‌وجو و شناخت سیستم و بهترکردن سیستم فعلی و بررسی شرایط مختلف در سیستم از جمله شرایط غیرمنتظره و غیرقابل‌پیش‌بینی است؛ همچنین مدل‌سازی عامل‌بنیان دارای محیطی گسسته است. در این محیط زمان و مکان به‌صورت گسسته تعریف می‌شود و شبیه‌سازی در هر گام زمانی اجرا می‌شود [۳۰، ۴۹].

پاکسازی در کنار ساحل[1]**:** در بحث پاکسازی در کنار ساحل، فردی به‌تنهایی شروع به پاکسازی ساحل می‌کند و با گذشت زمان افراد دیگ به او ملحق می‌شوند و به پاکسازی ساحل می‌پردازند و این روند تا جایی ادامه می‌یابد که تمامی افراد در ساحل مشغول پاکسازی آن می‌شوند [۳۰].

مدل مبتنی بر عامل و تحلیل عملیاتی برای اجرای این مدل. پژوهش‌هایی که دراین بخش ارائه شده‌اند، عموماً برای شناخت مدل مبتنی بر عامل و ایجاد و بررسی تحلیل عملیاتی در ایجاد مدل‌سازی عامل‌بنیان موردتوجه قرار گرفته‌اند؛ همچنین برخی از این پژوهش‌ها شناختی از نقش ترکیبی سایر روش‌های مدل‌سازی با مدل‌های عامل‌محور ایجاد می‌کنند.

رانجونی و جگر (۲۰۱۷)، در پژوهشی که نفوذ اجتماعی در پاکسازی محیط را مدنظر قرار می‌داد، با بهره‌گیری از مدل‌سازی مبتنی بر عامل، سناریوهایی را برای پاکسازی خیابان‌ها آزمایش کردند تا مؤثر ترین استراتژی را مشخص کنند. آن‌ها برای اجرای مدل مبتنی بر عامل از «نظریه لیندنبرگ و استگ[2]» و داده‌های تجربی بهره گرفتند [۴۱]. عبدالمجید و هراوان (۲۰۱۳)، مدلی نیان بر پایه نظریه‌های فعل‌وانفعالی ایجاد کردند و معتقدند که مدل‌سازی مبتنی بر عامل به‌خوبی توانسته است این دو مدل رفتاری را در سیستم خدمات با پیچیدگی و جزئیات بیشتر نشان دهد [۱].

واتم و همکاران (۲۰۱۱)، مدل مفهمومی و شبیه‌سازی مبتنی بر عامل خود را بر پایه «نظریه یادگیری تعاملی» ایجاد کردند و سپس به آزمون الگوهای رفتاری پرداختند. آن‌ها درنهایت مدلی پیچیده برای شبیه‌سازی رفتار آدمی در یادگیری تعاملی ارائه دادند [۴۷]. هلدا و ویلکینگسون (۲۰۱۴)، مدل‌سازی عامل‌محور را برای آزمودن و توسعه نظریه‌های بازاریابی به‌کار بردند و یک دستورالعمل نظری و یک راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی عامل‌بنیان ارائه دادند [۲۸]. کاووسکی و مارکویچ (۲۰۱۶) با بهره‌گیری از نظریه‌های تحلیل رفتاری و رفتار تعاملی، یک مدل عامل‌محور ایجاد کردند و استراتژی‌های خرده‌فروشی آنلاین را موردآزمایش قرار دادند. آن‌ها قوانین رفتاری و رفتار تعاملی را از طریق تابع مطلوبیت ایجاد کردند [۱۳]. راح و همکاران (۲۰۱۱)، دو مدل عامل‌بنیان بر اساس یافته‌ها و داده‌های تجربی در زمینه رفتار خرید مشتریان ارائه دادند. این دو مدل کاملاً متفاوت بودند که این امر ناشی از خلق مدل‌ها در دو منطقه جغرافیایی متفاوت بود [۴۲].

1. Dancing at the beach
2. Lindenberg & Steg

سارانو و همکاران (۲۰۱۵)، بر اساس دو سری داده تجربی، دو مدل برای بازاریابی ویروسی و انتشار شایعه در شبکه‌های اجتماعی ارائه دادند و تحقیق کردند که کدام مدل مناسب‌تر است [۴۵]. گارسیا و همکاران (۲۰۰۷)، نداشتن توجه کافی به بحث سنجش اعتبار مدل در شبیه‌سازی مبتنی بر عامل را در حوزه بازاریابی مدنظر قرار دادند و مدل ایجادشده خود را با بهره‌گیری از تحلیل متقارن با یک مدل معتبر و آشنا در زمینه بازاریابی کالیبره کردند [۲۱]. جاگر و گارسیا (۲۰۱۱)، مدل‌سازی مبتنی بر عاملی را که فاقد گام‌های اعتبارسنجی باشد، مدل اسباب‌بازی دانسته‌اند. پژوهش آن‌ها در مورد نقش دانشگاه‌ها از نظر سرعت و مقدار انتشار نوآوری در شبکه‌های نوآوری در صنایع دانش‌محور بود. آن‌ها کوشیدند گام‌هایی ارائه دهند تا مدل مبتنی بر عامل از یک مدل اسباب بازی به مدلی برای درک و دانستن و مدیریت دنیای واقعی تبدیل شود [۲۲].

ینسن و جاگر (۲۰۰۱)، بر اساس یک متاتئوری مفهومی روان‌شناختی، قوانین رفتاری عوامل را در مدل مبتنی بر عامل خود ایجاد کردند. آن‌ها تأثیر تغییر اندازه شبکه‌های اجتماعی را در پذیرش مشتریان موردتوجه قرار دادند و متغیرهای روان‌شناختی را برای مشخص‌کردن پویایی‌های بازار مهم دانستند [۳۱]. گیلبرت و جاگر (۲۰۰۷)، برای درک‌کردن، شرح‌دادن، دانستن و مدیریت‌کردن رفتار پیچیده مشتری در بازار و شناخت پویایی‌های بازار، مدل‌سازی مبتنی بر عامل را به شرط ساختن مدلی معتبر، فراتر از تحلیل های کلاسیک بازار می‌دانند. آن‌ها همچنین مدل‌سازی عامل‌محور را به‌عنوان ابزاری مناسب برای شناخت پذیرش محصولات جدید مدنظر قرار دادند [۲۴]. دلره و جاگر (۲۰۱۰)، مدلی مبتنی بر عامل بر اساس نظریه‌های انتشار نوآوری، برای بررسی اثر افزایش تعداد ارتباطات بین عوامل در پذیرش نوآوری ارائه دادند و با بهره‌گیری از شبکه مقیاس آزاد، سناریوهای مختلفی را در این زمینه آزمایش کردند [۱۴].

کانگر و جاگر (۲۰۱۷)، برای انتشار خودروهای الکتریکی با بهره‌گیری از داده‌های تجربی، مدل مبتنی بر عامل خود را ارائه کردند؛ سپس با انجام آزمایش‌های عددی بیان کردند که برای افزایش انتشار خودروهای الکتریکی نیاز به اجرای سیاست‌های طولانی‌مدت ترکیبی است که اقدامات پولی، ساختاری و اطلاعاتی را دربرگیرد [۳۲]. گارسیا و همکاران (۲۰۱۱) از مدل‌سازی مبتنی بر عامل برای بررسی عوامل تسریع انتشار خودروهای ای‌اف‌وی (جایگزین خودروهای سوختی) بهره بردند. آن‌ها مدل خود را با بهره‌گیری از داده‌های تجربی مربوط به هفت هزار پاسخ‌دهنده ایجاد کردند و به بررسی سه سناریو برای تسریع پذیرش نوآوری شامل فشار فناوری، کشش بازار و فشار قانونی پرداختند [۵۰]. رند و راست (۲۰۱۱)، راهنمایی برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل ارائه دادند که انگیزه آن‌ها از این امر فقدان توجه کافی به اعتبارسنجی مدل‌های عامل‌بنیان در تحقیقات پژوهشگران دیگر بوده است. آن‌ها پس از ارائه این راهنما، از طریق ارائه یک پروژه، دستورالعمل ارائه‌شده توسط خود را در زمینه انتشار نوآوری اجرا کردند [۴۰].

دلوار و گیلبرت (۲۰۱۷)، پروژه‌ای برای ارائه چارچوبی در بهبود شفافیت مدل‌هایی که از شبیه‌سازی مبتنی بر عامل استفاده می‌کنند، انجام دادند. این چارچوب یک ساختار مفهومی یا یک آناتومی برای توسعه، توصیف، بررسی و آموزش مدل‌های عامل‌محور ارائه خواهد کرد [۱۶]. در جدول ۱، خلاصه نتایج و مفاهیمی که از مطالعات و بررسی‌ها صورت‌پذیرفته در پژوهش‌های ذکرشده حاصل آمده است با محوریت ترکیب سایر روش‌های مدل‌سازی با مدل‌های عامل‌بنیان ارائه شده است.

جدول ۱. نقش ترکیبی دیگر روش‌های مدل‌سازی با مدل‌های مبتنی بر عامل

نوع داده‌های ورودی	نقاط ضعف در ترکیب با ABM	نقاط قوت در ترکیب با ABM	نقش تکمیلی با ABM[1]	مدل‌سازی درترکیب با ABM	شماره منبع پژوهش	ارتباط با پژوهش حاضر
------	--------	------	فاقد ابزار پژوهش	مقالات مروری	[۲، ۱۵، ۱۶، ۲۴، ۴۸]	مدل‌سازی مبتنی بر عامل
------	--------	------	شرح در تحلیل عملیّاتی	مقاله‌های مشترک	[۱، ۱۴، ۲۱، ۳۱, ۴۰]	
داده‌های تجربی	دشواری تطبیق در سطح خُرد و صحت داده‌ها	توانمندی در انطباق فرضیه‌ها برای مدل	تحلیل فرضیه و مبنایی برای ارائه مدل‌های ABM	مدل‌سازی آماری- مدل‌سازی تجربی	[۱، ۲۸، ۳۱، ۳۲، ۴۱، ۴۲، ۴۵, ۴۷، ۵۰]	تحلیل
داده‌های واقعی	دسترسی به داده‌های واقعی	توسعه و تعمیم‌پذیری مدل	ارائه مدل‌های منطبق‌تر با دنیای واقعی	مدلسازی تحلیلی	[۴، ۱۳، ۱۴]	عملیاتی
داده‌های تجربی	نامناسب به‌عنوان ابزار تطبیق	سنجش اعتبار به‌صورت متقارن	تحلیل سیستم در سطح خُرد و کلان	سیستم داینامیک	[۲۱]	

بازاریابی و انتشار نوآوری. پژوهش‌های انتشار نوآوری در نگرشی ویژه دو دسته مهم را دربرمی‌گیرند که بنابی (۲۰۰۲) و رند و راست (۲۰۱۱) نیز به این دو دسته اشاره کرده‌اند [۱۱، ۴۰]. دسته نخست، پژوهش‌های نوآوری در سطح کلان است که پیرامون محور مدل‌های انتشار نوآوری، به‌ویژه مدل انتشار باس است. این پژوهش‌ها قوانین، مدل‌ها و راهکارهایی بر اساس اصول کلی بازاریابی ارائه می‌دهند که در سطح جهانی پذیرفته‌شده است. دسته دوم، پژوهش‌هایی هستند که مطالعات و مدل‌هایی را در سطح خُرد مدنظر قرار می‌دهند. این پژوهش‌ها غالباً راهکاری برای خرده فروشی در سطح بومی یا منطقه‌ای ارائه می‌دهند. گوردن

1. Agent-based modeling

(۲۰۱۱)، بیان داشته است که بازاریابی دربردارنده تلاشی گسترده برای فهم و دانستن پویایی بازارهای جهانی، الگوهای خرید و پیش‌بینی‌های بازار، الگوهای پذیرش مشتریان و ابزار و تکنیک‌های جدید بازاریابی تعاملی است [۲۷]. اوکلند (۱۹۹۹)، موفقیت سازمان‌ها در سطح بازارهای جهانی را در گرو به‌کارگیرِ روش‌ها و اصول کلی بازاریابی می‌داند؛ اما معتقد است که این اصول و روش‌ها در مناطق مختلف دنیا به هنگام اجرا در مصداق‌ها متفاوت خواهند بود [۳۷]. دوکاسی و همکاران (۲۰۰۷) و مال و همکاران (۲۰۱۳)، به‌طور جدی به تفاوت بوم‌ها و مناطق مختلف از نظر بازاریابی پرداخته‌اند و تأکید کرده‌اند که الگوهای فرهنگی متفاوت پذیرش در مناطق و بوم‌های مختلف را به‌صورت جدی متأثر می‌سازد [۱۸، ۳۵].

روک (۲۰۰۶)، نحوه انتقال رفتار یا افکار میان افراد و دیگر الگوهای ارتباطی بین آن‌ها را مدنظر قرار می‌دهد. وی معتقد است که آن می‌تواند در تصمیم‌سازی‌های روزمره و دریافت اطلاعات از دیگران شکل گیرد [۴۴]. باپتیستا و همکاران (۲۰۱۴) و اپستین و همکاران (۲۰۱۱)، پیچیدگی‌های رفتار مشتری در بازارهای غیرخطی را با توجه به ایجاد عامل‌هایی که رفتار مشتریان را در بازارهای واقعی تقلید می‌کنند، مدنظر قرار دادند. آن‌ها معتقدند که این امر می‌تواند به شناخت خصایص و ویژگی‌های مشتریان و الگوهای نحوه تعامل آن‌ها با یکدیگر در بازار منجر شود [۷، ۱۹]. دادسون و مولر (۱۹۷۸)، لینتون (۲۰۰۲) و کیم و همکاران (۲۰۰۹) با لحاظ مدل انتشار باس به‌عنوان مدل پایه، تلاش کردند تا مفروضات و حوزه‌های مختلف استفاده از این مدل را گسترش دهند [۱۷، ۳۳، ۳۴].

گلدنبرگ و همکاران (۲۰۱۰)، بیان کردند که بینش و نگاه مرسوم آن است که گفت‌وگوهای کلامی در شبکه‌ها پذیرش و رشد در بازار را افزایش می‌بخشند؛ اما اثرات دلسردکننده‌ای که از این شبکه‌ها بیرون می‌آید، می‌تواند تأخیر اولیه در رشد آغازین را افزایش دهد؛ زیرا مشتریان بالقوه قبل از آنکه عمل پذیرش را انجام دهند، منتظر نظر پیشگامان اولیه می‌مانند [۲۶].

هپن استال و همکاران (۲۰۰۶)، الگوهای رفتاری در سطح فردی را با توجه به سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مدنظر قرار دادند و از آن برای تصمیم‌سازی در موقعیت‌های خرده‌فروشی مختلف بهره جسته‌اند [۲۹]. بتی (۲۰۰۵)، طراحی سرویس‌های خرده‌فروشی را در شعب مختلف مطالعه کرد. او بیان می‌دارد که با توجه به الگوهای رفتاری مشتریان در سطح خُرد باید به تفاوت‌های موجود در طراحی سرویس‌های مختلف توجه شود [۱۰]. مفاهیم و نتایجی که با بررسی و مطالعه پژوهش‌های بالا حاصل آمده است با محوریت شناخت حوزه‌های مربوط به پژوهش‌های انتشار نوآوری در قالب جدول ۲، ارائه شده است.

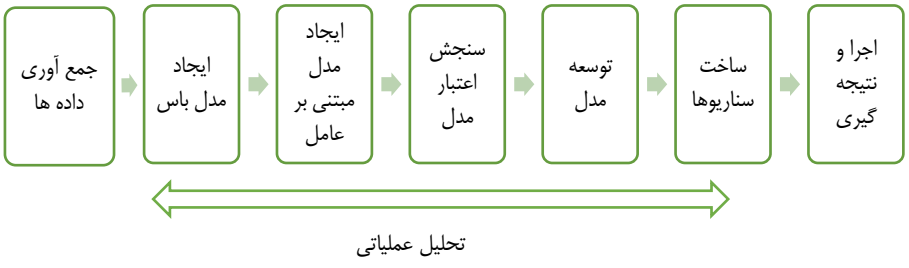
جدول ۲. شناخت حوزه‌های مربوط به پژوهش‌های انتشار نوآوری

تأثیر در پژوهش جاری	زمینه‌های شناخت	ارتباط با پژوهش جاری	شماره منبع پژوهش	حوزه‌های پژوهش‌های انتشار نوآوری
ـ تعیین مرز و محدوده مدل ـ شناخت متغیر کلیدی در بهبود انتشار نوآوری ـ ارائه معیارهای برای تحلیل خروجی	ـ اصول کلی بازاریابی و کاربرد آن ـ متغیرهای کلیلدی در مدل انتشار باس ـ تحلیل نمودار Sشکل نوآوری	ـ شناخت مفاهیم بازاریابی و انتشار نوآوری در سطح کلان ـ شناخت مدل‌های انتشار نوآوری، به‌ویژه مدل انتشار باس	[۱۴، ۱۷، ۱۹، ۲۶، ۲۷، ۳۳، ۳۴، ۳۷، ۴۴]	انتشار نوآوری در سطح کلان
ـ تعیین حدود نامرتبط با پژوهش جاری ـ توجه به بوم و منطقه در اجرای روش‌های بهبود پذیرش نوآوری در سطح خُرد	ـ حوزه‌های پژوهش‌های خرده‌فروشی ـ اهمیت بوم و منطقه در پژوهش‌های انتشار نوآوری در حوزه خرده‌فروشی	ـ شناخت مفاهیم بازاریابی و انتشار نوآوری در سطح خرد	[۱۰، ۱۸، ۲۹، ۳۵]	انتشار نوآوری در سطح خرد

۳. روش‌شناسی پژوهش

قلمروی پژوهش جاری از نظر موضوعی، بازاریابی حوزه انتشار نوآوری و از نظر ابزار مورداستفاده در پژوهش، در حوزه شبیه‌سازی مبتنی بر عامل است. همان‌طورکه در مقدمه بیان شد، مدل‌سازی عامل‌بنیان برای بررسی رفتارها و تعاملاتی که باید در سطح فردی در بازارهای غیرخطی بررسی شوند، اما نتایج آن‌ها باید در یک مقیاس کلان جمعی مورداستفاده قرار گیرند (مانند انتشار نوآوری)، ابزاری توانمند است. برای انجام پژوهش ابتدا با بهره‌گیری از داده‌های واقعی مربوط به انتشار تلویزیون در ایران (داده‌های سری زمانی از سال ۱۳۴۵ تا سال ۱۳۹۳) مدل انتشار باس ایجاد شد؛ سپس مدل مبتنی بر عامل بر اساس مدل انتشار باس بر پا شده است. در مدل‌سازی مبتنی بر عامل، ورودی‌ها شامل تأثیرات خارجی ناشی از تبلیغات (p)، تأثیرات داخلی ناشی از گفت‌وگوهای کلامی بین افراد (q) و جمعیت بالقوه پذیرندگان نوآوری در بازار (m) است؛ همچنین مقادیر p، q و m با استفاده از مدل انتشار باس محاسبه شد و خروجی مدل مبتنی بر عامل نیز تعداد کل پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی است که باید بازتولید نتایج داده‌های واقعی مربوط به انتشار نوآوری در ایران (انتشار تلویزیون) باشد. پس از برپاسازی مدل مبتنی بر عامل، دو بحث اعتبارسنجی و اعتباربخشی مدل مدنظر قرار گرفت. در بحث اعتبارسنجی مرز مدل، ساختار مدل، ورودی و خروجی مدل لحاظ شده و در بحث اعتباربخشی به اصول و قوانین مدل‌سازی عامل‌محور، مستندسازی، آزمون برنامه‌ای، شرایط حدی و سناریوهای خاص پرداخته شده است. پس از اطمینان از صحت اعتبار مدل، مدل مبتنی بر عامل با استفاده از

ساختار شبکه‌ای ترجیحی توسعه داده شد و طراحی سناریوها برای بررسی و شناخت روش پیشنهادی برای بهبود انتشار نوآوری مدنظر قرار گرفت. درنهایت پس از اجرای سناریوها، بحث و نتیجه‌گیری در مورد پژوهش انجام شد.



شکل ۱. مدل مفهومی فرآیند اجرای پژوهش

شکل ۱، مدل مفهومی فرآیند اجرای پژوهش را نشان می‌دهد. بخش‌های ایجاد مدل مبتنی بر عامل، سنجش اعتبار مدل، توسعه مدل و ساخت سناریوها که در ادامه توضیح داده می‌شوند، به همراه جدول ۱، تحلیل عملیاتی این پژوهش را برای اجرای مدل‌های مبتنی بر عامل ارائه می‌دهند.

ایجاد مدل انتشار باس. برای ایجاد مدل انتشار باس باید مقادیر m، q و p با بهره‌گیری از معادله رگرسیون غیرخطی ارائه‌شده در معادله ۲ و با به‌کارگیری داده‌های واقعی مربوط به انتشار نوآوری در ایران (انتشار تلویزیون) محاسبه شود.

$$S(t) = a + b * N(t-1) + c * \left(N(t-1)\right)^2 \qquad (۲)$$

در این معادله رگرسیونی، N(t-1) مجموع تعداد پذیرندگان نوآوری با تأخیر یک گام زمانی و S(t) تعداد پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی است که با N(t) – N(t-1) برابر است. پس از اینکه در مدل رگرسیونی غیرخطی ضرایب a، b و c محاسبه و صحت و اعتبار مدل تأیید شد، مقادیر p، q و m از روابطی که در معادله ۳، آمده است، محاسبه و به‌عنوان ورودی در مدل مبتنی بر عامل لحاظ می‌شوند.

$$m = \frac{-b \pm \left(b^2 - 4ac\right)^{\wedge 0.5}}{2c} \qquad p = \frac{a}{m} \qquad q = -mc \qquad (۳)$$

ایجاد و برپاسازی مدل مبتنی بر عامل. برای ساخت و ایجاد مدل مبتنی بر عامل این پژوهش، گام‌های شش‌گانه زیر طی شده است:

گام نخست، محدوده مدل. در این گام بخش‌هایی از دنیای واقعی که باید لحاظ شده و جنبه‌هایی که باید نادیده گرفته شوند و به عبارت دیگر مرز و محدوده مدل و عناصری که در آن هستند، بر اساس مدل انتشار باس تعریف شده است.

گام دوم، تطبیق نظریه در سطح خُرد. برای آنکه از صحت شکل‌گیری عناصر مدل مبتنی بر عامل در انطباق با دنیای واقعی اطمینان حاصل شود باید از یک نظریه یا فرضیه تحلیل‌یافته به‌عنوان ابزار انطباق برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل در سطح خُرد استفاده شود. ازآنجاکه در این پژوهش مدل انتشار باس به‌عنوان ابزار انطباق در نظر گرفته شده است، این مدل در سطح خُرد بر مدل مبتنی بر عامل منطبق است. بدین‌منظور باید تعداد کلّ پذیرندگان نوآوری را بر اساس مدل تحلیلی باس در فاصله زمانی t تا t + 1 به‌دست آورد. باس (۱۹۶۹)، دیفرانسیل کل تعداد پذیرندگان نوآوری را با توجه به زمان به‌صورت رابطه ۴، ارائه داده است [۹]:

$$\frac{dS(t)}{dt} = p\,(N - S(t)) + q\,\frac{S(t)}{N}\big(N - S(t)\big) \qquad (۴)$$

در رابطه ۴، dS(t) تغییر در تعداد کل پذیرندگان نوآوری در فاصله زمانی کوچک dt، N تعداد کل پذیرندگان بالقوه نوآوری، S(t) تعداد پذیرندگانِنوآوری تا زمان t، p ضریب نوآوری (اثرات خارجی) و q ضریب تقلید (اثرات داخلی) است.

گام سوم، تعیین ورودی ـ خروجی ـ تعیین مقادیر اولیه. در مدل مبتنی بر عامل p، q و m ورودی‌های اصلی هستند و نوآوران مصنوعی که در بخش ساخت سناریوها ارائه می‌شوند به‌عنوان ورودی چهارم مدل لحاظ می‌شود. خروجی نیز تعداد کل پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی است که بایستی خروجی مدل عاملبنیان بازتولید داده‌های دنیای واقعی و خروجی مدل انتشار باس باشد؛ همچنین در حالت اولیه تمامی عامل‌ها در مدل، نوآوری را نپذیرفته‌اند.

گام چهارم، عامل‌ها و ویژگی‌ها. برای هر عامل، کلاس‌های عوامل به‌صورت کلی تعریف می‌شود و در این پژوهش، ویژگی‌های هر عامل با توجه به ابزار انطباق برای مدل مبتنی بر عامل مشخص شده است. در مدل پژوهش حاضر، تنها یک نوع کلاس برای عامل‌ها وجود دارد که پذیرندگان نوآوری است. همچنین دو ویژگی احتمال پذیرش به‌واسطه رسانه‌های جمعی (p) و احتمال پذیرش به‌واسطه گفتگوهای کلامی (q) برای هر عامل لحاظ گردیده است. این دو ویژگی به‌ترتیب با $x_{1,i}$ و $x_{2,i}$ ، نشان داده شده‌اند که زیروند i هر عامل را مشخص می‌کند.

گام پنجم، رفتار. در این مدل، تصمیم‌گیری در مورد پذیرش نوآوری یا عدم‌پذیرش آن، رفتار عامل (مشتری) را ایجاد می‌کند. بر اساس معادله دیفرانسیلی ارائه‌شده در سطح خُرد (رابطه ۴)،

پذیرش برای هر عامل با احتمالِ $p + (q * \left(\frac{S}{N}\right))$ صورت می‌پذیرد. علاوه بر این، با توجه به علامت مثبت موجود در رابطه ۵، رفتار به صورت زیر در مدل عامل‌محور ایجاد می‌شود:

$$x_{1,i} < p \quad or \quad x_{2,i} < q * \frac{S}{N} \qquad (۵)$$

بنابراین اگر برای هر عامل، $x_{1,i} < p$ یا $x_{2,i} < q * \frac{S}{N}$ باشد، عامل، نوآوری جدید را می‌پذیرد؛ همچنین S تعداد نوآوران و N تعداد کل عامل‌ها است.

گام ششم، گام زمانی. در مدل حاضر در گام آغازین، عوامل و شبکه ایجاد می‌شود و در هر گامِ تکرارشونده هر عامل در مورد پذیرش نوآوری یا عدم‌پذیرش آن به‌واسطه رسانه‌های جمعی و یا گفت‌وگوهای کلامی تصمیم‌گیری می‌کند و این روند تا زمانی که تمامی عوامل نوآوری را بپذیرند، ادامه می‌یابد.

سنجش اعتبار مدل: سنجش اعتبار مدل دو گام اساسی اعتباربخشی و اعتبارسنجی را در برگرفته است.

اعتباربخشی[1]**.** در اعتبار بخشی درستی ایجاد و برپاسازی مدل مبتنی بر عامل با توجه به انطباق مدل اجرایی با مدل توصیفی بررسی می‌شود. علاوه بر این، وجود قوانین و اصول مربوط به مدل‌سازی عامل‌بنیان و مستندسازی و آزمون برنامه‌ای و بررسی شرایط حدی و سناریوهای خاص در بحث اعتبار بخشی مدنظر قرار می‌گیرد. نرت و مک کال (۲۰۰۷)، مستندسازی را فرآیند خلق اسنادی می‌دانند که مدل اجرایی در ارتباط با مدل توصیفی در سطح جزئیّات شرح داده شود [۸۶]. رند و راست (۲۰۱۱)، آزمون برنامه‌ای را شامل حصول اطمینان از این می‌دانند که مدل اجرایی آنچه را که برنامه‌نویس معتقد است، انجام دهد [۴۰].

برای بررسی شرایط حدی، گیلبرت (۲۰۰۸) بیان می دارد که باید بررسی شود که آیا حالات گوشه‌ای در مدل اجرایی به‌صورت صحیح عمل می‌کنند یا خیر؟ وی برای سناریوهای خاص گفته است زمانی که برای ورودی‌هایی خاص، خروجی‌های مشخصی وجود داشته باشد، بررسی می‌شود که آیا مدل اجرایی می‌تواند این خروجی‌ها را برای آن ورودی‌های خاص تولید کند یا خیر [۲۵]. در مدل‌سازی عامل‌بنیان این پژوهش، قوانین و اصول مربوط به مدل‌سازی مبتنی بر عامل به‌خوبی رعایت شده است (مدل دارای تعامل، پویایی و عدم‌قطعیت است). و از نظریه انطباقی تحلیلی به‌عنوان ابزار انطباق بهره گرفته شده است و اجرای نظریه در سطح خُرد بر اساس آنچه در گام ساختِ مدل شرح داده شد، به‌خوبی و به‌صورتی مشخص انجام شده است. در

1. Verification

مورد صحت و اعتبار برنامه نوشته‌شده برای مدل‌سازی عامل‌محور، ابتدا برنامه به‌صورت خطبه‌خط اجرا و آزمون می‌شود تا از درستی اجرای هر خط برنامه اطمینان حاصل شود؛ سپس با تقسیم‌کردن کد برنامه به بخش‌هایی که هر یک وظیفه‌ای ویژه بر عهده دارند، هر بخش به‌صورت مجزا مورداجرا و آزمون قرار می‌گیرد و در نهایت کل برنامه با توجه به ارتباط بخش‌های مختلف با یکدیگر آزمون و اجرا می‌شود. برای حالت‌های گوشه‌ای نیز با درنظرگرفتن مقادیر مرزی برای ورودی‌ها و سایر شرایط حدی، آزمون‌های لازم صورت می‌گیرد که نتایج حاصل صحت برنامه نوشته‌شده را تأیید می‌کند.

اعتبارسنجی[1]**.** در اعتبارسنجی، انطباق مناسب مدل مبتنی بر عامل با دنیای واقعی با توجه به نظریه انطباقی پژوهش مدنظر قرار می‌یگرد. در این راستا محدوده مدل، ساختار مدل، ورودی و خروجی مدل با توجه به دنیای واقعی بررسی می‌شود.

بررسی محدوده مدل. محدوده مدل با توجه به بخشی از دنیای واقعی که بر اساس اهداف، چشم‌انداز و ابزار انطباق پژوهش لحاظ شده است، بررسی می‌شود. در این پژوهش ازآنجاکه مرز و محدوده مدل منطبق بر مرز و محدوده مدل انتشار باس تعریف شده است، پس همان اعتباری که برای مدل معتبر انتشار باس از نظر مرز و محدوده مدل وجود دارد، برای مدل عامل‌محور پژوهش حاضر نیز وجود خواهد داشت.

بررسی ساختار مدل. در این مدل در سطح خُرد، ساختار، اجزا و ارتباطات شامل عامل‌ها، ویژگی‌ها، رفتارها و تعاملات آن‌ها با یکدیگر منطبق بر همان بخشی از دنیای واقعی بوده که با توجه به اهداف، چشم‌انداز و نظریه انطباقی این پژوهش انتخاب شده است. در سطح کلان نیز پویایی، الگوها و فرآیندهای مدل با توجه به آنچه که در ساخت مدل، شرح داده شد، منطبق با دنیای واقعی است.

بررسی ورودی و خروجی مدل. همان‌طورکه قبلاً بیان شد، مقادیر p و q که با استفاده از داده‌های واقعی انتشار و رابطه رگرسیونی غیرخطی (رابطه ۲) به‌دست آمده است، هم برای مدل انتشار باس و هم برای مدل مبتنی بر عامل به‌عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شود. صحت این مقادیر نیز توسط سنجش اعتبار مدل رگرسیونی تأیید شد. خروجی مدل عامل‌محور نیز باید بازتولید داده‌های انتشار در دنیای واقعی و خروجی مدل باس باشد. این خروجی پس از اجرای مدل عامل‌بنیان با خروجی مدل باس و خروجی در دنیای واقعی مقایسه شد. این مقایسه در

1. Validation

بخش ۴ مقاله (داده‌ها ویافته‌ها) ارائه شده است و نشان می‌دهد کـه خروجـی مـدل عامـل‌بنیـان توانسته است به‌خوبی داده‌های دنیای واقعی و خروجی مدل باس را بازتولید کند.

توسعه مدل: برای اینکه جزئیات بیشتری با توجه به دنیای واقعی به مدل مبتنی بر عامل اضـافه شود، مدل عامل‌بنیان این پژوهش با استفاده از شبکه ترجیحی ارائه‌شده توسط باراباسی و آلبـرت (۱۹۹۹)، توسعه داده شد. در ساختار ارائه‌شده برای این شبکه، افراد به‌صورت تصادفی به یکـدیگر مرتبط هستند و تراکم این ارتباطات، یعنی میزان ارتباطـات بـین افـراد یکسـان نیسـت و تـراکم ارتباطات از فردی به فرد دیگر تغییر می‌کند [۸]. در مدل شبکه‌ای ترجیحی (مـدل توسـعه‌یافتـه) برای هر عامل، همسایگانی تعریف می‌شود که تعداد همسایگان نوآور (تعـداد همسـایگانی کـه در هر گام زمانی نوآوری را پذیرفته‌اند) بر احتمال پذیرش به‌واسطه گفت‌وگوهـای کلامـی (q) تـأثیر می‌گذارد؛ ازاین‌رو ویژگی جدیدی به مدل عامل‌محور افزوده می‌شود که بر اسـاس آن بایـد بـرای هر عامل مجموعه‌ای از عوامل همسایه لحاظ شـود؛ همچنـین رفتـار عامـل، یعنـی تصـمیم بـر پذیرش نوآوری و یا عدم‌پذیرش نوآوری، در نسخه شبکه‌ای ترجیحی به‌صورت زیر تغییـر خواهـد کرد:

$$x_{1,i} < p \quad or \quad x_{2,i} < q * \frac{s_i}{n_i} \qquad (۶)$$

در عبارت ۶، s_i تعداد همسایگان نوآور هر عامل و n_i تعداد کل همسایگان هر عامـل اسـت. ازآنجاکه در دنیای واقعی در بازار بالقوه تمامی عامل‌ها با یکدیگر در ارتباط نیستند و هر عامـل بـا مجموعه‌ای از عوامل همسایه مرتبط است و تراکم ارتباطات نیـز بـین عامل‌هـا یکسـان نیسـت، نسخه شبکه‌ای ترجیحی سطح بالاتری از واقعیت را نسبت به نسـخه بـدون الحـاق شـبکه ارائـه می‌دهد.

ساخت سناریوها. با توجه به هدف پژوهش که ارائه روشی برای بهبود انتشار و پذیرش نـوآوری بر پایه اثرگذاری بر گفت‌وگوهای کلامی بین مشتریان (عامل‌ها) است، سناریوهای ایـن پـژوهش ایجاد شد؛ اما در ابتدا و قبل از ارائه سناریوها، لازم است که روش مطرح‌شده شـرح داده شـود. در این روش، در لحظه شروع انتشار نوآوری عده‌ای از افراد هستند که بـه‌صـورت مجـزا از جمعیـت بالقوه بازار نوآوری را پذیرفته‌اند. این نوآوران از طرف شرکت و یا مؤسسه مأموریت یافتـه‌انـد کـه نوآوری را بپذیرند؛ درحالی‌که پذیرندگان بالقوه نوآوری در بـازار از ایـن امـر بـی‌اطـلاع هسـتند و می‌پندارند که این افراد مانند خودشـان هـیچ ارتبـاطی بـا شـرکت یـا مؤسسـه ندارنـد؛ بنـابراین پذیرندگان بالقوه به آن‌ها به دید نوآوران عادی می‌نگرند. روش یادشده بر اساس این منطق ارائـه

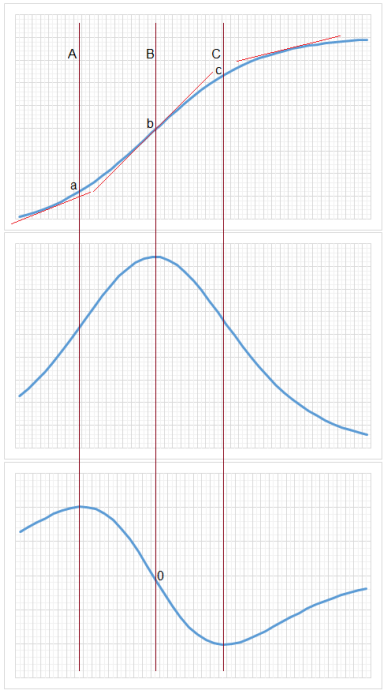
شده است که اگر در لحظه شروع نوآورانی وجود داشته باشند، یقیناً پذیرش نوآوری از سوی پذیرندگان بالقوه از زمانی که در لحظه شروع، نوآورانی وجود نداشته باشند، بیشتر است. شرح این مورد بر اساس بحث پاکسازی در کنار ساحل بدین‌گونه است که اگر عده‌ای در لحظه شروع در حال پاکسازی ساحل باشند، امکان اینکه شما نیز به آن‌ها بپیوندید از زمانی که هیچ کس در حال پاکسازی ساحل نباشد، بیشتر است. برای مثال، اگر در ساحل ۱۰ نفر در حال پاکسازی باشند شما راحت‌تر به آن‌ها می‌پیوندید و خود را یازدهمین نفر می‌پندارید؛ درحالی‌که چون آن ۱۰ نفر از طرف شرکت یا مؤسسه مأمور شده‌اند، شما در واقع نخستین نفر از جمعیت بازار بالقوه هستید که به آن‌ها پیوسته اید. در این مثال، پذیرش انجام‌دادن پاکسازی ساحل همان پذیرش نوآوری به حساب می‌آید.

با توجه به آنچه شرح داده شد، نوآوران مصنوعی پذیرندگانی جدا از جمعیت بازار بالقوه هستند که در لحظه شروع، نوآوری را پذیرفته‌اند؛ درحالی‌که مشتریان در جمعیت بازار بالقوه از ارتباط این افراد با شرکت و یا مؤسسه مطلع نیستند و آن‌ها را به دید نوآوران عادی و جزئی از بازار بالقوه می‌پندارند. همچنین نمی‌توان نوآوران مصنوعی را جزو اثرات خارجی به‌حساب آورد؛ زیرا پذیرندگان بالقوه نوآوری از ارتباط بین شرکت و نوآوران مصنوعی بی‌اطلاع هستند. از طرفی تغییر در ضریب تأثیراتِ داخلی (q) از نظر ماهیت متفاوت با زمانی است که در لحظه شروع، نوآوران مصنوعی وجود داشته باشند؛ ازاین‌رو سناریوها بر این اساس ایجاد شده است که یک جمعیت اولیه از نوآوران مصنوعی در هنگام شروع وجود داشته باشد تا اثر روش بالا بر بهبود انتشار و پذیرش نوآوری موردبررسی قرار گیرد. در این راستا، هفت سناریو در نظر گرفته شده است که در این سناریوها به‌ترتیب جمعیت اولیه نوآوران مصنوعی برابر با صفر درصد، ۲/۵ درصد و ۵ درصد، ۷/۵ درصد، ۱۰ درصد، ۱۲/۵ درصد و ۱۵ درصد جمعیت بازار بالقوه است؛ همچنین برای اینکه تحلیل کامل‌تری ارائه شود، با لحاظ‌کردن جمعیت اولیه نوآوران مصنوعی برابر با ۲۰ درصد، ۲۵ درصد و ۵۰ درصد جمعیت بازار بالقوه به تحلیل حساسیت پرداخته شده است.

اجرا و نتیجه گیری. برای هر سناریو مدل مبتنی بر عامل در نرم‌افزار نت لگو[1]، ۳۰ مرتبه اجرا شد و با به‌کارگیری نرم‌افزار متلب[2] از خروجی این ۳۰ اجرا، میانگین گرفته شد. خروجی میانگین به‌عنوان خروجی هر سناریو لحاظ شد؛ سپس با استفاده از معیارهایی که برای تحلیل خروجی در ادامه ارائه شده است، خروجی سناریوهای مختلف مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و درنهایت نتیجه پژوهش ارائه شد.

1. Netlogo
2. Matlab

ارائه معیارهایی برای تحلیل خروجی مدل‌های انتشار نوآوری. برای اینکه بتوان معیارهـایی به‌منظور تحلیل مناسب‌تر خروجی‌های انتشار نوآوری برای مدل‌های ارائـه‌شـده ایجـاد کـرد بایـد شکل ۲، را موردتوجه قرار داد. در این شکل، سه نمودار ارائه شده است که به‌ترتیب، نمودار (الـف) نمودار انتشار نوآوری برای کل پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی اسـت. نمودارهـای (ب) و (ج) مشتق مرتبه اول و مشتق مرتبه دوم برای نمودار (الف) را ارائه مـی‌دهنـد. نمـودار (ب) همچنـین تعداد پذیرندگان نوآوری را در هر گام زمانی نشان می‌دهد. این سه نمودار توسط سـه خـط A، B و C قطع شده‌اند. حاصل این تقاطع، سـه نقطـه a، b و c در نمـودار انتشـار نـوآوری بـرای کـل پذیرندگان (نمودار الف) ارائه می‌دهد. نقطه b، نقطه‌ای است که قبل از آن آهنـگ رشـد نـوآوری صعودی بوده و بعد از گذر از این نقطه آهنگ رشد نوآوری نزولی می‌شود؛ به عبارت دیگر اگرچـه با توجه به صعودی‌بودن نمودار (الف) پذیرش نوآوری همواره در حال افزایش است، اما ایـن رونـد افزایش تا قبل از نقطه b فزاینده و بعد از این نقطه کاهنده می‌شود. برای نقطه a اگرچـه در قبـل و بعد از این نقطه، روند افزایش فزاینده است، ولی برای دوره‌هـایی کـه قبـل از ایـن نقطـه قـرار گرفته‌اند، میزان پذیرش نوآوری مقادیری کوچک را نسبت به دوره‌هایی که بعد از این نقطـه قـرار گرفته‌اند، نشان می‌دهد (شیب خط مماس به نمودار الف در دوره‌های بعـد از نقطـه a نسـبت بـه شیب خط مماس به نمودار الف در دوره‌های قبـل از نقطـه a دارای جهشـی قابـل‌توجـه اسـت)؛ بنابراین برای دوره‌هایی که قبل از نقطه a قرار گرفته‌اند، تأخیری در پذیرش نوآوری وجـود دارد و هدف شرکت‌ها و سازمان‌ها و مؤسسه‌ها آن است که بتوانند بر این تأخیر اولیه غلبه کنند..



الف)

ب)

ج)

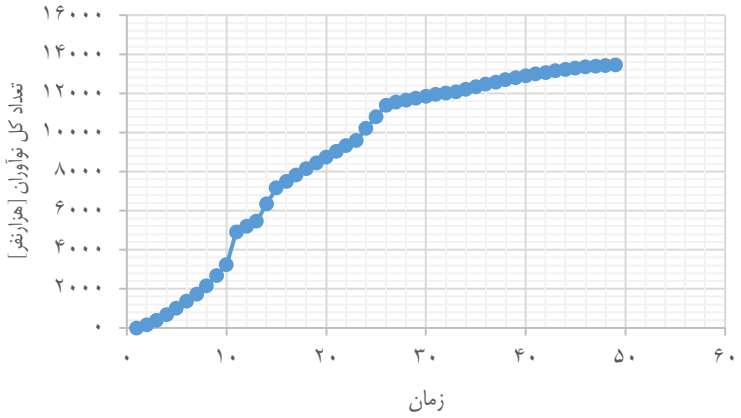
شکل ۲. نمودار انتشار نوآوری به همراه نمودارهای مشتق مرتبه اوّل و مشتق مرتبه دوّم آن

برای نقطه c، قبل و بعد از این نقطه روند افزایش، کاهنده است و این نقطه از این نظر حائز اهمیت است که در آن، بخش اعظمی از بازار بالقوه نوآوری را پذیرفته‌اند؛ ازاین‌رو مشخص‌کردن تعداد دورها تا رسیدن به نقطه c اگر از شناسایی تعداد دوره‌هایی که تمام مشتریان در بازار بالقوه نوآوری را می‌پذیرند اهمیت بیشتری نداشته باشد، کم اهمیت‌تر نیز نخواهد بود. مشخص‌کردن تعداد دوره‌هایی که نقاط a، b و c در آن رخ می‌دهد به همراه شناسایی تعداد دورهایی که تمامی جمعیت بازار بالقوه نوآوری را پذیرفته‌اند، می‌تواند به‌عنوان معیاری برای مقایسه خروجی‌های سناریوهای مختلف مدنظر قرار گیرد؛ اما ازآنجاکه تشخیص این نقاط در خروجی‌های مدل مبتنی بر عامل دشوار است، به‌عنوان معیار مقایسه از مواردی که در ادامه ارائه می‌شود، استفاده شده است:

۱) تعداد دورهای زمانی که در آن ۱۲/۵ درصد جمعیت بازار بالقوه نوآوری را پذیرفته‌اند.
۲) تعداد دورهای زمانی که در آن ۲۵ درصد جمعیت بازار بالقوه نوآوری را پذیرفته‌اند.
۳) تعداد دورهای زمانی که در آن ۵۰ درصد جمعیت بازار بالقوه نوآوری را پذیرفته‌اند.
۴) تعداد دورهای زمانی که در آن ۷۵ درصد جمعیت بازار بالقوه نوآوری را پذیرفته‌اند.
۵) تعداد دورهای زمانی که در آن ۸۷/۵ درصد جمعیت بازار بالقوه نوآوری را پذیرفته‌اند.
۶) تعداد دورهای زمانی که در آن تمامی جمعیت بازار بالقوه نوآوری را پذیرفته‌اند.

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل انتشار نوآوری در ایران (انتشار تلویزیون) از داده‌های واقعی استفاده شده است. شکل ۳، این داده‌ها را نشان می‌دهد. برای ایجاد مدل باس، پس از بهره‌گیری از مدل رگرسیون غیرخطی (رابطه ۲) با استفاده از داده‌های واقعی انتشار تلویزیون، ضرایب a ,b ,c آمده است. مقادیر a، b، c و مقادیر پی مقدار محاسبه‌شده برای مدل رگرسیونی در جدول ۳، ارائه شده است.



شکل ۳. نمودار میله‌ای برای انتشار تلویزیون در ایران

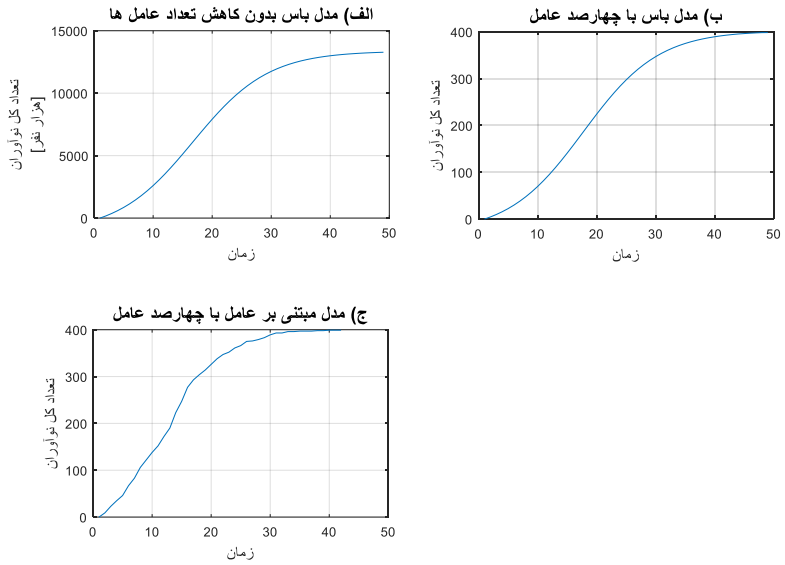
پس از محاسبه ضرایب a، b و c برای مدل رگرسیونی غیرخطی، مقادیر p، q و m از رابطه ۳، محاسبه شد.

جدول ۳. تخمین ضرایب رگرسونی برای مدل انتشار نوآوری(انتشار تلویزیون)

ضریب	تخمین	خطای استاندارد	آماره T	مقدار پی
a	۱۵۴/۰۳	۰/۰۰۰۰۰۵۱۵۵۹	(۲/۹۸۷۴)*۱۰^۷	(۲/۸۰۵۶)*۱۰^-۳۰۷
b	۰/۱۳۴۰۶	۰/۰۱۹۳۶۴	۶/۶۲۳۲	(۱/۱۸۸۱)*۱۰^-۸
c	-۰/۰۰۰۰۱۰۸۲۱	۰/۰۰۰۰۰۱۶۲۴۱	-۶/۶۶۲۷	(۲/۹۲۵)*۱۰^-۸
p-value(model)= (۵/۶۸)*۱۰^-۷		p= ۰/۰۱۱۴ , q= ۰/۱۴۵۶ , m= ۱۳۴۴۷		

حال با داشتن مقادیر p، q و m و با استفاده از معادله باس (رابطه ۱) می‌توان خروجی مدل باس را برای کل تعداد پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی بدون کاهش در تعداد عامل‌ها (بدون کاهش در مقدار m) و با کاهش تعداد عامل‌ها به میزان ۴۰۰ عدد محاسبه کرد. مدل عامل‌بنیان

نیز با بهره‌گیری از همان مقادیر q و p برای مدل باس و بر اساس موارد مطرح‌شده و با کاهش تعداد عامل‌ها به ۴۰۰ عدد ایجاد می‌شود.



شکل ۴. تعدادِ کل نوآوران در هر گام زمانی برای مدل‌های مختلف

شکل ۴-(الف)، نمودار تعداد کل نوآوران برای مدل باس بدون کاهش در تعداد عامل‌ها را نشان می‌دهد. شکل ۴-(ب)، نمایانگر نمودار تعداد کل نوآوران برای مدل باس با چهارصد عامل‌ها است و شکل ۴-(ج)، نمودار تعداد کل نوآوران برای مدل مبتنی بر عامل با چهارصد عامل را عرضه می‌کند. با دقت به معادله باس (رابطه ۱)، مشاهده می‌شود که m، یعنی جمعیت بازار بالقوه به‌صورت یک ضریب در کل معادله باس است؛ ازاین‌رو می‌توان در اجرای انتشار نوآوری برای مدل عامل‌بنیان، مقدار m را به ۴۰۰ عامل کاهش داد. برای حصول اطمینان از اینکه با کاهش تعداد عامل‌ها به چهارصد عامل به هیچ عنوان از اعتبار مدل کاسته نمی‌شود، جدول ۴ که مربوط به محاسبه ضرایب همبستگی بین خروجی مدل عامل بنیان و خروجی مدل‌های باس و داده‌های واقعی است، ارائه شده است.

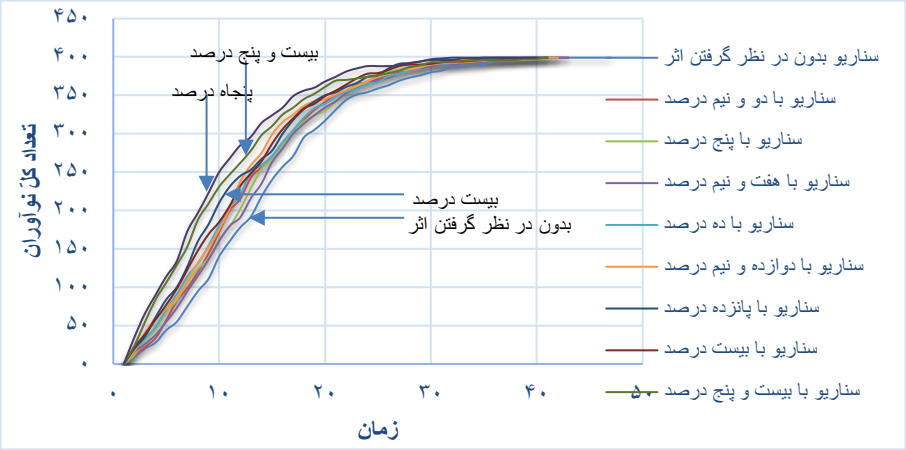
جدول ۴. محاسبه ضرایب همبستگی بین مدل عامل‌بنیان و مدل‌های باس و داده‌های واقعی

مدل	مدل باس چهارصدعاملی	مدل باس بدون کاهش‌دادن تعداد عامل‌ها در بازار بالقوه	داده‌های واقعی
مدلِ مبتنی بر عامل چهارصدعاملی	۹۶/۵۸	۹۷/۳۱	۹۸/۸۲

جدول ۴، ضریب همبستگی بین داده‌های واقعی و خروجی مدل عامل‌بنیان با چهارصد عامل و ضریب همبستگی بین خروجی مدل باس بدون کاهش در تعداد عامل‌ها و خروجی مدل عامل‌محور با چهارصد عامل و همچنین ضریب همبستگی بین مدل باس با چهارصد عامل و مدل عامل بنیان با چهارصد عامل را ارائه می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اعداد این جدول ضرایب همبستگی مناسبی را نشان می‌دهند؛ بنابراین با توجه به این جدول و نمودارهای ۴-(الف)، ۴-(ب) و ۴-(ج)، کاهش تعداد عامل‌ها به ۴۰۰ عدد هیچ‌گونه تغییری در اعتبار مدل پدید نخواهد آورد.

در ادامه با روش بهره‌گیری از نوآوران مصنوعی به بهبودِ پذیرش و انتشار نوآوری پرداخته خواهد شد. در این روش، نوآوران مصنوعی در لحظه شروع انتشار، نوآوری را پذیرفته‌اند. درواقع این نوآوران از طرف شرکت و یا مؤسسه مأمور شده‌اند که نوآوری را بپذیرند؛ درحالی‌که پذیرندگان نوآوری در بازار بالقوه از ارتباط این نوآوران با شرکت و یا مؤسسه اطلاعی ندارند. در این راستا با توجه به مقادیر متفاوتی از جمعیت اولیه نوآوران مصنوعی که در لحظه شروع، نوآوری را پذیرفته‌اند. سناریوهایی ارائه شده است.

در این سناریوها جمعیت اولیه نوآوران مصنوعی به‌ترتیب برابر با صفر درصد، ۱/۵ درصد، ۵ درصد، ۷/۵ درصد، ۱۰ درصد، ۱۲/۵ درصد و ۱۵ درصد جمعیت بازار بالقوه است. برای ارائه تحلیلی کامل‌تر با درنظرگرفتن جمعیت اولیه نوآوران مصنوعی معادل با ۲۰ درصد، ۲۵ درصد و ۵۰ درصد جمعّت بازار بالقوه به تحلیل حساسیت پرداخته شده است. در ادامه خروجی‌هایی که از سناریوهای مختلف حاصل شده است در کنار یکدیگر ارائه می‌شود.



شکل ۵. خروجی تمامیِ سناریوها با بهره‌گیری از روش نوآوران مصنوعی

در شکل ۵، محور عمودی «تعداد کل نوآوران» در هر گام زمانی و محور افقی «زمان» است. همان‌طورکه در این شکل مشخص است، خروجی در سناریوی بدون درنظرگرفتن جمعیتی برای نوآوران مصنوعی از خروجی‌های سناریوها با درنظرگرفتن جمعیتی برای نوآوران مصنوعی به‌صورتی مجزا ایجاد شده است؛ بنابراین به‌طور مشخص از سناریوی دوم که در آن میزان جمعیت نوآوران مصنوعی ۲/۵ درصد جمعیت بازار بالقوه است، خروجی، به میزان محسوسی از خروجی سناریو بدون درنظرگرفتن جمعیت نوآوران مصنوعی بهتر شده است. همچنین به‌صورت کلی می‌توان گفت که افزایش جمعیت نوآوران مصنوعی باعث ایجاد خروجی‌های بهتری برای انتشار نوآوری شده است. علاوه بر این، داده‌های خروجی سناریوها مشخص می نماید، که تمامیِ سناریوهایی که در آن جمعیتی از نوآوران مصنوعی لحاظ گردیده است. در مقایسه با سناریویی که هیچ جمعیتی از نوآوران مصنوعی را در نظر نگرفته است. از لحاظ غلبه بر تأخیر اولیه در انتشار نوآوری مناسب‌تر بوده است؛ همچنین به‌صورت کلی با افزایش جمعیت نوآوران مصنوعی، خروجی‌های سناریوها بهتر شده است.

جدول ۵. دوره‌های زمانی مربوط به پذیرش نوآوری برای بررسی روش بهره‌گیری از نوآوران مصنوعی

درصد جمعیّت نوآوران / **سناریو (جمعیّت نوآوران مصنوعی)**	**٪۱۲/۵**	**٪۲۵**	**٪۵۰**	**٪۷۵**	**٪۸۷/۵**	**٪۱۰۰**
بدون اثر نوآوران مصنوعی	۴/۵۴	۷/۳۱	۱۲/۳	۱۷/۵	۲۱/۸۵	۴۶
٪۲/۵ جمعیت بازار بالقوه	۳/۶۹	۶/۰۴	۱۰	۱۵/۷۵	۱۹/۹	۴۲
٪۵ جمعیت بازار بالقوه	۳/۲۱	۵/۷	۱۰/۹۱	۱۵/۸۷	۲۰/۶۱	۴۱
٪۷/۵ جمعیت بازار بالقوه	۳/۷	۶/۲۵	۱۱/۳۶	۱۶	۲۰/۷۲	۴۲
٪۱۰ جمعیت بازار بالقوه	۳/۰۸	۵/۳۹	۹/۸۲	۱۵/۶۸	۲۰/۲۸	۴۱
٪۱۲/۵ جمعیت بازار بالقوه	۲/۴۷	۵/۶	۹/۸۹	۱۴/۰۶	۱۹/۸۳	۴۱
٪۱۵ جمعیت بازار بالقوه	۲/۵۶	۵	۸/۶۴	۱۵	۱۹	۴۰
٪۲۰ جمعیت بازار بالقوه	۲/۵۷	۵/۰۸	۹/۷۱	۱۴/۷۸	۱۹/۱۴	۴۰
٪۲۵ جمعیت بازار بالقوه	۱/۸۳	۳/۷۲	۷/۵۷	۱۳/۱۶	۱۷/۷۱	۴۰
٪۵۰ جمعیت بازار بالقوه	۱/۴۸	۳/۴۱	۷/۱۱	۱۲/۲۲	۱۶/۱۴	۳۹

در جدول ۵، برای ۱۰ سناریوی لحاظ‌شده در بررسی تأثیر نوآوران مصنوعی، تعداد دوره‌های زمانی که ۱۲/۵ درصد، ۲۵ درصد، ۵۰ درصد، ۷۵ درصد، ۸۷/۵ درصد و ۱۰۰ درصد از جمعیت بازار بالقوه نوآوری را پذیرفته‌اند، نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است اعداد جدول برای سناریوی بدون اثر نوآوران مصنوعی با اعداد جدول در سناریویی که جمعیت نوآوران

مصنوعی برابر با ۲/۵ درصد جمعیت بازار بالقوه در نظر گرفته شده، متفاوت است. این تفاوت برای خانه های اول تا ششم جدول به‌ترتیب، برابر با ۱، ۱/۵، ۲، ۲، ۲ و ۴ دوره زمانی است. اگر اعداد سایر سناریوهای ارائه‌شده در جدول با سناریوی بدون اثر نوآوران مصنوعی بررسی شود، به‌وضوح مشاهده می‌شود که تمامی سناریوها با بهره‌گیری از جمعیت نوآوران مصنوعی، اعداد بهتری را از سناریوی بدون اثر نوآوران مصنوعی ارائه می‌دهند.

لازم به ذکر است که این بهبود در دوره‌های زمانی، محسوس و قابل‌توجه است؛ همچنین هرچه جمعیت نوآوران مصنوعی بیشتر می‌شود به‌صورت کلی دوره‌های زمانی نیز بهبود می‌یابد؛ اما بهترین حالتِ بهبود دوره‌های زمانی از یک سناریو به سناریویی دیگر, از سناریوی بدون اثر نوآوران مصنوعی به سناریویی که جمعیت نوآوران مصنوعی را برابر با ۲/۵ درصد جمعیت بازار بالقوه در نظر گرفته است, رخ می دهد. مورد دیگری که در جدول ۵، باید موردتوجه واقع شود، این است که تعداد دوره‌های زمانی پذیرش نوآوری برای ۲۵ درصد ابتدایی جمعیت بازار بالقوه در سناریوی بدون اثر نوآوران مصنوعی برابر با ۷/۳۱ است؛ درحالی‌که تعداد دوره‌های زمانی برای پذیرش نوآوری توسط ۲۵ درصد انتهایی جمعیت بازار بالقوه نوآوری در همین سناریو برابر با ۲۸/۵ است؛ البته چنین تفاوتی از نظر تعداد دوره‌های زمانی در سناریوهای دیگر نیز مشهود است که درمجموع و با توجه به سایر اعداد جدول، این امر نشان می‌دهد که میزان تأثیرگذاری بر بهبود انتشار و پذیرش نوآوری برای ۲۵ درصد انتهایی جمعیت بازار بالقوه نسبت به ۷۵ درصد ابتدایی این جمعیت کمتر بوده است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتیجه‌گیری با توجه به اهدافی که در این پژوهش تعریف شد، در دو بخش بررسی روش پیشنهادی در بهبود انتشار و پذیرش نوآوری و بررسی تحلیل عملیاتی مورداستفاده برای ایجاد مدل‌سازی مبتنی بر عامل این پژوهش مدنظر قرار گرفته است. نوآوری‌های عمده این پژوهش نیز شامل معرفی و بهره‌گیری از نوآوران مصنوعی برای بهبود انتشار و پذیرش نوآوری و همچنین معرفی و ارائه معیارهایی برای تحلیل خروجی مدل‌های انتشار نوآوری بوده است.

روش بهره‌گیری از نوآوران مصنوعی برای بهبود انتشار و پذیرش نوآوری. روش بهره‌گیری از نوآوران مصنوعی برای غلبه بر تأخیر اولیه انتشار نوآوری مؤثر بوده و این تأثیر محسوس و قابل‌توجه است؛ همچنین این روش بر تمامی قسمت های خروجی مدل انتشار نوآوری به‌صورتی مناسب و قابل‌قبول تأثیر گذاشته است؛ اما تأثیر فوق با گذر از نقطه‌ای که در آن آهنگ رشد نوآوری از صعودی به نزولی تغییر می‌یابد، کمتر می‌شود. این مورد در ستون‌هایی از جدول ۵ که در آن ۲۵ درصد انتهایی جمعیت بازار بالقوه نوآوری را پذیرفته‌اند در مقایسه با

سایر ستون‌های جدول ۵، مشخص است؛ همچنین باید بیان کر که برای شرکت‌ها و مؤسسه‌ها این امر که ۲۵ درصد ابتدایی جمعیت بازار بالقوه در شروع انتشار، نوآوری را بپذیرند از پذیرش نوآوری توسط ۲۵ درصد انتهایی جمعیت بازار بالقوه مهم‌تر است. هایت با توجه به آنچه شرح داده شد، راهکاری که بتواند مشکل غلبه برتأخیر اولیه انتشار و پذیرش نوآوری را بهبود بخشد و همچنین بتواند امکان پذیرش و انتشار نوآوری را حداقل برای هفتاد و پنج درصد جمیّت بازار بالقوه ارتقا دهد می‌تواند برای شرکت‌ها و مؤسسه‌ها یک راهکار اثربخش و مناسب باشد.

تحلیل عملیاتی مورداستفاده برای ایجاد مدل‌سازی عامل‌محور. بر اساس آنچه در بخش پیشینه پژوهش و در جدول ۱، ارائه و بررسی شد، ایجاد راهنما و دستورالعملی کاربردی برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل، گام‌های ابتدای خود را طی می‌کند و ساخت و ارائه دستورالعملی تمام‌عیار و همه‌فن‌حریف که برای هر نوع پژوهشی به‌طور کامل راهگشا باشد، نیازمند انجام پژوهش‌های فراوان و گذر زمان است. در تحلیل عملیاتی استفاده‌شده در این پژوهش برای ایجاد مدل‌سازی عامل‌بنیان تلاش شد که راهنمایی جامع و کاربردی ارائه شود که علاوه بر شفاف و مشخص بودن گام‌های آن، توجه ویژه‌ای به مباحث سنجش اعتبار مدل و ترکیب مدل عامل‌محور با سایر روش‌های مدل‌سازی کند. درنهایت با توجّه به بحث نوآوران مصنوعی پیشنهاد می‌شود که انتشار و پذیرش شایعه در فضای مجازی به‌واسطه بهره‌گیری از حساب‌های جعلی، مطالعه و بررسی شود؛ زیرا کاربران از ارتباط این حساب‌های جعلی با شبکه‌های هدایت‌کننده آن‌ها مطلع نیستند و این امر می‌تواند بُعد جدیدی را در بحث نوآوران مصنوعی موردتوجه قرار دهد.

منابع

1.Abdul Majid, M. & Herawan, T. (2013). Modelling Reactive and Proactive Behaviour in Simulation: A Case Study in a University Organisation. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, 8(6),* 329-338.

2.Abolfathi, E., Toloie, A., & Hamidizadeh, M. (2017). An operating anatomy for agent-based modeling stand on the categorization of research done in the humanities: the diffusion of innovation in Iran. *Modern researches in decision making, 3(2),* 1-25.

3.Abolfathi, E., Toloie, A., & Hamidizadeh, M. (2017). Providing marketing agent-based model to adopt innovation in world-class. PhD thesis, Department of industrial management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

4.Afshar, K.M., Abolfathi, E., Rajab Poor, M. (2017). *A New strategy in dynamic systems applying matlab.* Dafoos aja Publications.

5.Alam Tabriz, A., Hamidi Zadeh, M. R. & others (2017). New Product Development Model in the Iran Automotive Industry. *Industrial Management Perspective, 7(2),* 33–51.

6.Arthur, W. B. (1994). Inductive reasoning and bounded rationality. *American Economic Review (Papers and Proceedings), 84,* 406–411.

7.Baptista, M., Martinho, C., Lima, F., Santos, P., Prendinger, H. (2014). An agent-based model of consumer behavior based on the BDI architecture and neoclassical theory. Conference: Association for Business Simulation and Experiential Learning, 170-178.

8.Barabási, A., Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science, 286,* 509–512.

9.Bass, F. M. (1969). A new product growth model for consumer durables. *Management Science, 36(9),* 1057–1079.

10.Batty, M. (2005). Cities and complexity: Understanding cities with cellular automata, agent-based models and fractals. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

11.Bonabeau, E. (2002). Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *PNAS Colloquium, 99(3),* 7280–7287.

12.Brown, D. G., Riolo, R., Robinson, D. T., North, M., & Rand, W. (2005). Spatial process and data models: Toward integration of agent-based models and GIS. *Journal of Geographical Systems, 7(1),* 25–47. Special Issue on Space–Time Information Systems.

13.Cavoski, S., Markovic A. (2016). Analysis of Customer Behaviour and Online Retailers Strategies Using the Agent-Based Simulation. *Journal for theory and practice Management, 77, 13-24.*

14.Delre, S., Jager, W., Bijmolt, T., Janssen, M. (2010). Will It Spread or Not? The Effects of Social Influences and Network Topology on Innovation Diffusion. *Journal of Product Innovation Management, 27(2),* 267–282.

15.Dignum, V. Gilbert, N. Wellman. M. (2016) Introduction to the special issue on autonomous agents for agent-based modeling. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. 30(6),* 1021–1022.

16.Dilaver, O. & Gilbert, N. (2017). research gate , Discover scientific knowledge, and make your research visible Retrieved may 7, 2017, from researchgate, website:https://www.researchgate.net/project/Agent-based-Macroeconomic-Models-An-Anatomical-Review.

17.Dodson, J.A.; & Muller, E. (1978) Models of new product diffusion through advertising and word-of-mouth. *Managment. Science. 24*, 1568–1578.
18.Ducasse, P., Harsaae J., Pralle, H., Tsusaka, M., Tzur, T. (2007). Go-to-Market Advantage: The New Battlefield for Consumer Companies. Boston Consulting Group.
19.Eppstein, M., Grover, D., Marshal, J., Rizzo, D. (2011). An agent-based model to study market penetration of plug-in hybrid electric vehicles. *Energy Policy, 39(6),* 3789– 3802.
20.Fourt, L. A., Joseph W. W. (1960). Early prediction of market success of new grocery products. *Journal of Marketing, 25(2),* 31–38.
21.Garcia, R. Rummel, P. & Hauser, J. (2007). Validating Agent-based Marketing Models Using Conjoint Analysis. *Journal of Business Research, 60(8),* 848-857.
22.Garcia, R. & Jager, W. (2011). From the Special Issue Editors: Agent-Based Modeling of Innovation Diffusion. *Journal of Product Innovation Management, 28(2),* 148–151.
23.Ghajavand, H., Zandieh, M., Dorry N.B. (2011) Application of meta-heuristic algorithms to the logistic integration network distribution model. *Industrial Management Perspective, 1(3),* 99–119.
24.Gilbert, N., Jager, W., Deffuant, G., Adjali, L. (2007). Complexities in markets:Introduction to the special issue. *Journal of Business Research, 60(8),* 813–815.
25.Gilbert, N. (2008). Agent-based models. Sage Publications.
26.Goldenberg, J., Libai, B., & Muller, E. (2010). The chilling effect of network externalities. *International Journal of Research in Marketing, 27(1),* 4–15.
27.Gordon, R. (2011) Critical social marketing: definition, application and domain. *Journal of Social Marketing, 1(2),* 82-99.
28.Helda, P., Wilkinsonb, F., Marks, R., Young, L. (2014). Agent-Based Modelling, a New Kind of Research. *Australasian Marketing Journal, 22(1),* 4-14.
29. Heppenstall, A., Evans, A., & Birkin, M. (2006). Using hybrid agent-based systems to model spatially-influenced retail markets. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 9(3), 2.*
30.Jager, W. (2015). Introduction To Agent Based Modeling. Retrieved feb 23, 2015, from creative commons, website: creativecommons.org/license/by-sa/3.0/legalcode.
31.Janssen, M. & Jager, W. (2001). Fashions, habits and changing preferences: Simulation of psychological factors affecting market dynamics. *Journal of Economic Psychology, 22(6),* 745-772.
32.Kangur, A., Jager, W., Verbrugge, R., Bockarjova, M. (2017). An agent-based model for diffusion of electric vehicles. *Journal of Environmental Psychology, 52, 166-182.*
33.Kim, D.H., Y.G. Shin, S.S. Park & D.S. Jang, (2009). Forecasting diffusion of technology by using bass model. *Proceedings of the International Conference on Computational Methods in Sciences and Engineering, Sept. 25-30, Hersonissos, Crete,* 149-152.
34.Linton, J.D. (2002). Forecasting the market diffusion of disruptive and discontinuous innovation. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Trans. Eng. Manag, 49,* 365–374.
35.Mall, A., Michael D. C., Spivey, L., Tratz, A., Waltermann, B., Walters, J. (2013). Playing to Win in Emerging Markets. Boston Consulting Group.

36.North, M. J., & Macal, C. M. (2007). Managing business complexity: Discovering strategic solutions with agent-based modeling and simulation. Oxford University Press.
37.Oakland, J.S. (1999). *Total Organizational Excellence: Achieving World-Class Performance*. Oxford: Butterworth Heinemann.
38.Rabieh, M., Salari, H. & others (2017). Causal Loop Model for Problem of Traffic Accident: The System Dynamics Approach. *Industrial Management Perspective, 7(1),* 115–143.
39.Rand, W. (2006). Machine learning meets agent-based modeling: When not to go to a bar. Agent 2006, Chicago, IL, USA.
40.Rand, W. T.Rust, R. (2011) Agent-based modeling in marketing: Guidelines for rigor. *Intern. J. of Research in Marketing, 28(3),* 167-280.
41.Rangoni, R. & Jager, W. (2017). Social Dynamics of Littering and Adaptive Cleaning Strategies Explored Using Agent-Based Modelling. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 20(2).*
42.Rauh, J., Schenk T., Schrodl, D. (2011). The simulated consumer – An agent-based approach to shopping behavior. *Erdkunde, 66(1),* 13–25.
43.Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations.* Simon and Schuster.
44.Rook, L. (2006). An Economic Psychological Approach to Herd Behavior. Journal of Economic, 40 (1), 75–95.
45.Serrano, E. Iglesias, C. Garijo, M. (2015) "A Novel Agent-Based Rumor Spreading Model in Twitter. *'15 Companion Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web,* 811-814.
46.Tidd, J., Bessant, J. (2009). Managing Innovation: Integrating Technological, Market, and Organizational Change. Wiley Publications.
47.Vattam, S. Goel, K. & Rugaber, S. (2011). Behavior Patterns: Bridging Conceptual Models and Agent-Based Simulations in Interactive Learning Environments. *11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies,* 139-143.
48.Wellman, P. (2014). Putting the Agent in Agent-Based Modeling. *13th International Conference on Autonomous Agents and Multi agent Systems.*
49.Wurzer, G. (2011). An Introduction to NetLogo, Vienna University of Technology. Retrieved june 5, 2017, from netlogo training website: www.iemar.tuwien.ac.at
50.Zhang, T. Gensler, S. & Garcia, R. (2011). A Study of the Diffusion of Alternative Fuel Vehicles: An Agent-Based Modeling Approach. *Journal of Product Innovation Management, 28(2),* 152-168.