

پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری  
دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷

## یک راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل، بر پایه دسته‌بندی پژوهش‌های صورت پذیرفته در علوم انسانی: انتشار نوآوری در ایران

احسان ابوالفتحی<sup>۱</sup>، عباس طلوعی اشلقی<sup>۲\*</sup>، محمدرضا حمیدی زاده

- ۱- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران
- ۲- استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران
- ۳- استاد، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده‌ی مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۳

دریافت: ۱۳۹۶/۹/۱

### چکیده

در این مقاله، ابتدا مدلی مفهومی برای دسته‌بندی پژوهش‌های مدل‌سازی مبتنی بر عامل در حوزه‌ی علوم انسانی ارائه شده است. سپس بر مبنای دسته‌بندی ارائه‌شده یک راهنمای عملیاتی جهت پیاده‌سازی مدل‌های مبتنی بر عامل ایجاد شده است. در این رهگذر، با هدف پیاده‌سازی راهنمای عملیاتی ارائه‌شده، به مدل‌سازی مبتنی بر عامل در حوزه بازاریابی مربوط به انتشار نوآوری (انتشار تلویزیون در ایران) پرداخته شده است و ضمن اجرای گام‌به‌گام این راهنمای عملیاتی برای انتشار نوآوری، توسعه‌ی مدل با اعمال نمودن شبکه ارتباطاتی ترجیحی مدنظر قرار گرفته است. در گام آخر نیز با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف برای شبکه‌ی ارتباطاتی ترجیحی، اثر افزایش تعداد ارتباطات و افزودن شبکه‌های ارتباطاتی در بازار بالقوه برای پذیرش نوآوری (محصول و خدمت جدید) بررسی شده است.

واژگان کلیدی: راهنمای عملیاتی؛ مدل‌سازی مبتنی بر عامل؛ بازاریابی حوزه‌ی انتشار نوآوری.

E-mail: Toloie@gmail.com

\* نویسنده مسئول مقاله:

## ۱- مقدمه

ویلنسی و رند مدل‌سازی مبتنی بر عامل را توانمندی در ارائه حجم فراوانی از برنامه‌های کاربردی در حوزه‌های مختلف علوم انسانی و علوم تجربی می‌دانند [۱]؛ اما قدرت مدل‌سازی مبتنی بر عامل در علوم انسانی به خاطر این است که می‌تواند عدم قطعیت موجود در این علوم را شبیه‌سازی نماید. اریک بنابی در مقاله‌ای حوزه‌های مهم مدل‌سازی مبتنی بر عامل را در بازاریابی به دو دسته‌ی انتشار نوآوری و خرده‌فروشی تقسیم می‌نماید [۲]. همچنین رند و تراسست [۳] و جاگر و گارسیا [۴] و گیلبرت و همکاران [۵] مدل‌سازی مبتنی بر عامل را ابزاری قدرتمند برای کاوش و بررسی حوزه بازاریابی مربوط به انتشار نوآوری می‌دانند؛ زیرا این مدل‌سازی قادر است پویایی را در قالب تعامل بین افراد به تصویر بکشد. همچنین قوانین رفتار ساده را برای عامل‌های فردی به صورت مجزا پیاده‌سازی نماید و سپس با یکپارچه نمودن این قوانین، پژوهشگر می‌تواند سیستم‌های پیچیده را مدل نماید.

## ۲- مبانی نظری تحقیق

### ۲-۱- دسته‌بندی نوین برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل

در این بخش، ابتدا به مرور پژوهش‌هایی پرداخته شده است که در ایجاد مدل مفهومی برای دسته‌بندی پژوهش‌های مدل‌سازی مبتنی بر عامل تأثیرگذار بوده‌اند و سپس ارائه این مدل مفهومی و اهمیت آن مدنظر قرار گرفته است.

والش و ولمن در پژوهشی برای بهبود درآمد شرکت پراکتر و گمبل از نظریه‌های موجود در زنجیره‌ی تأمین برای پیاده‌سازی مدل مبتنی بر عامل بهره بردند [۶]. رانجونی و جگر در پژوهشی که نفوذ اجتماعی در پاکسازی محیط را مدنظر قرار می‌داد، با ساخت مدل عامل‌محور بر مبنای نظریه لیندنبرگ، سناریوهای خود را مورد آزمایش قرار دادند [۷]. نرت و مکال در پژوهش خود، نظریه‌های مربوط به کسب‌وکار را برای پیاده‌سازی مدل مبتنی بر عامل مورد استفاده قرار دادند [۸]. عبدالمجید و هراوان مدلی مبتنی بر عامل، بر پایه نظریه‌های فعل و انفعالی در حوزه‌ی خدمات ایجاد نمودند [۹]. واتم و گل و روگبر با بهره‌گیری از شبیه‌سازی عامل‌محور به آزمون الگوهای رفتاری پرداختند [۱۰].

هدا و ویلکینگسون از مدل‌سازی مبتنی بر عامل برای آزمودن و توسعه نظریه‌ها در علوم اجتماعی و بازاریابی بهره بردند [۱۱]. ولمن با تمرکز بر یافتن مسائلی مناسب برای مدل‌سازی عامل‌محور، به ارائه مواردی کاربردی در حوزه‌ی بازاریابی مربوط به انتشار نوآوری پرداخت [۱۲]. کاووسکی و مارکوچ با بهره‌گیری از نظریه‌های تحلیل رفتاری و رفتار تعاملی یک مدل مبتنی بر عامل برپا ساختند و قوانین رفتاری و رفتار تعاملی را از طریق تابع مطلوبیت ایجاد نمودند [۱۳]. راح و شنک و شرودل دو مدل عامل‌محور بر اساس داده‌های تجربی در زمینه رفتار خرید مصرف‌کنندگان ارائه دادند [۱۴]. سارانو، ایگلسیاس و گاریجو با بهره‌گیری از دو سری داده تجربی، دو مدل مبتنی بر عامل برای بازاریابی ویروسی ارائه دادند [۱۵]. گارسیا، رومل و هاووزر عدم توجه کافی به بحث سنجش اعتبار مدل‌های عامل‌محور را مدنظر قرار داده‌اند و مدل مبتنی بر عامل ایجادشده خود را از طریق تحلیل متقارن با یک مدل معتبر در زمینه بازاریابی واسنجی<sup>۲</sup> نمودند [۱۶]. باپتیستا و ماریانو [۱۷] و اپستین و گروور [۱۸] از نظریه‌های رفتار مشتری برای تحلیل سطح خرد رفتار در مدل‌سازی عامل‌محور بهره بردند. جاگر و گارسیا در پژوهش خود به بررسی سرعت و مقدار انتشار نوآوری در صنایع دانش‌محور پرداختند. ایشان مدل‌سازی عامل‌محوری را که فاقد گام‌های سنجش اعتبار مدل باشد. مدلی ضعیف می‌دانند [۴]. یینسن و جاگر بر اساس یک فرآیند روان‌شناختی قوانین رفتاری عوامل را در مدل مبتنی بر عامل خود ایجاد نمودند [۱۹]. گیلبرت و جاگر برای شناختن و مدیریت نمودن رفتار پیچیده‌ی مشتریان در بازار، از مدل‌سازی عامل‌محور استفاده نمودند [۵]. دلره و جاگر مدلی مبتنی بر عامل بر اساس نظریه‌های انتشار نوآوری برای بررسی اثر افزایش تعداد ارتباطات بین عوامل در پذیرش نوآوری ارائه دادند [۲۱]. کانگر و جاگر انتشار و پذیرش خودروهایی الکتریکی را با بهره‌گیری از مدلی مبتنی بر عامل و بر مبنای داده‌های تجربی مدنظر قرار دادند [۲۲]. گارسیا، ژانگ و گنسلر در پژوهش خود به ایجاد مدلی عامل‌محور برای

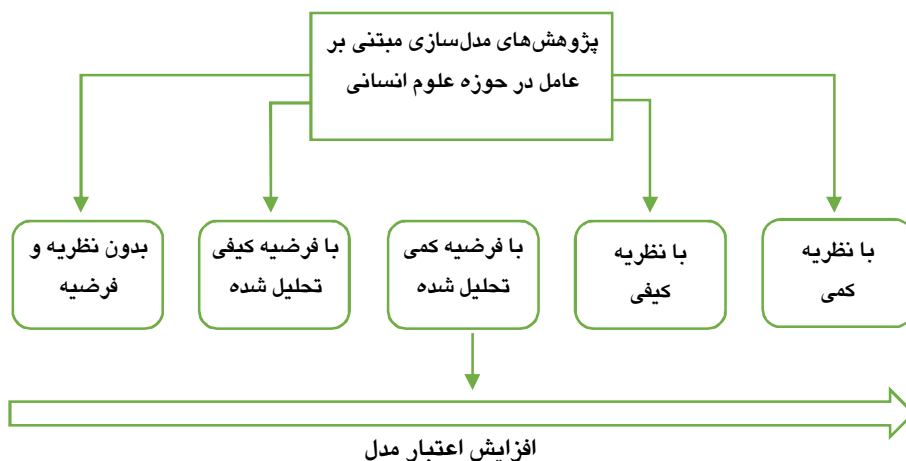
بررسی عوامل تسریع انتشار خودروهای دوستدار محیط زیست<sup>۲</sup> با بهره‌گیری از داده‌های تجربی پرداختند [۲۳]. دیگنام، گیلبرت و ولمن ضمن بیان توانمندی مدل‌سازی عامل‌محور در مطالعات اجتماعی، از اعتبار سنجی این مدل‌ها به‌عنوان یک چالش اصلی یاد بردند [۲۴]. رند و تراست، راهنمایی برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل ارائه دادند. انگیزه‌ی آن‌ها از این امر فقدان توجه کافی به اعتبارسنجی و اعتباربخشی مدل‌های مبتنی بر عامل بوده است [۳]. دلوار و گیلبرت در حال انجام پروژه‌ای برای ارائه نمودن یک ساختار مفهومی یا یک راهنمای عملیاتی برای توسعه و توصیف، بررسی و آموزش مدل‌های عامل‌محور هستند [۲۵].

#### ۲-۲- چگونگی ایجاد دسته‌بندی برای پژوهش‌های مدل‌سازی مبتنی بر عامل

با مروری بر مبانی نظری تحقیق روشن می‌شود که تمامی پژوهش‌های ارائه‌شده در حوزه مدل‌سازی عامل‌محور، از نظریه یا فرضیه تحلیل‌شده بهره برده‌اند اما تعداد پژوهش‌هایی که مبتنی بر هیچ نظریه یا فرضیه‌ای نبوده‌اند و فقط بر اساس گمان و شناخت پژوهشگر ایجاد شده‌اند، بسیار فراوان‌ترند. رند و تراست بیان نموده‌اند که اگر گام‌های سنجش اعتبار مدل مبتنی بر عامل به‌صورت دقیق و کامل پیموده شود، اعتبار نهایی مدل به میزان اعتبار نظریه‌ای خواهد بود که بر اساس آن، مدل مبتنی بر عامل ایجاد شده است [۳]؛ لذا این مورد که مدل عامل‌محور به‌عنوان ابزار انطباق از نظریه و فرضیه تحلیل‌شده بهره برده باشد یا این‌گونه نباشد، سطوح مختلفی از اعتبار را برای مدل ارائه می‌دهد. از طرفی برخی از پژوهشگران برای تطبیق مدل، از نظریه‌هایی استفاده نموده‌اند که دارای مدل‌های ریاضیاتی (مدل‌های تحلیلی) است؛ از جمله می‌توان به پژوهش کاووسکی و مارکوویچ [۱۳] و پژوهش رند و تراست [۳] اشاره نمود. در مقابل، رانجونی و جاگر [۷] و پژوهشگرانی دیگر از نظریه‌های کیفی که فاقد مدل‌های ریاضیاتی (مدل‌های تحلیلی) بوده‌اند، به‌عنوان ابزار تطبیق بهره گرفته‌اند [۷، ۱۴، ۱۵، ۲۲، ۲۳]. از این‌رو، بهره‌گیری از مدل‌های ریاضیاتی یا مدل‌های کیفی، خود می‌تواند سطوح مختلفی را برای اعتبار مدل مبتنی بر عامل فراهم آورد. بر اساس آنچه

یک راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی مبتنی بر ... احسان ابوالفتحی و همکاران

بیان شد، دسته‌بندی ما برای پژوهش‌های مدل‌سازی مبتنی بر عامل در حوزه‌ی علوم انسانی، با محوریت سطح‌بندی اعتبار مدل مبتنی بر عامل، به‌صورت مدل مفهومی ارائه‌شده در شکل ۱ است:



شکل ۱ مدل مفهومی برای دسته‌بندی پژوهش‌های مدل‌سازی مبتنی بر عامل

**با نظریه کمی:** پژوهش‌های این دسته دارای بالاترین اعتبار هستند. ابزار تطبیق دنیای واقعی با مدل شبیه‌سازی در این پژوهش‌ها نظریه‌هایی هستند که دارای مدل ریاضیاتی (مدل تحلیلی) هستند و از داده‌های واقعی در این پژوهش‌ها استفاده می‌شود.

**با نظریه کیفی:** از نظر اعتبار، بعد از مدل‌هایی قرار می‌گیرند که برای تطبیق از نظریه‌های کمی بهره می‌جویند. ابزار تطبیق در این مدل‌ها، نظریه‌های کیفی هستند. داده‌ها در این پژوهش‌ها اکثراً داده‌های تجربی هستند که از طریق مطالعات میدانی جمع‌آوری می‌شوند.

**با فرضیه کمی تحلیل شده- با فرضیه کیفی تحلیل شده:** منظور آن است که اگر پژوهشگر فرضیه‌ای دارد و می‌خواهد بر مبنای آن یک مدل‌سازی مبتنی بر عامل انجام دهد، بایستی آن را به‌طور مشخص و شفاف بیان نماید و سپس با بهره‌گیری از روش‌های علمی آزمون کند و نهایتاً آن را اثبات نماید. چنانچه مدل مبتنی بر عامل

ارائه‌شده بر اساس یک فرضیه‌ی کمی باشد، از نظر اعتبار در سطح بالاتری از مدل‌های عامل‌محوری قرار می‌گیرد که بر اساس یک فرضیه کیفی باشند. همچنین اعتبار مدل مبتنی بر عامل در این حالت، از اعتبار فرضیه‌ی لحاظ‌شده برای مدل، فراتر نمی‌رود [۳].

**بدون نظریه و فرضیه:** منظور آن است که محقق بر اثر تجربه، دانش و شناخت یا روشی علمی به گمانی رسیده است (فرضیه دارد)، ولی نمی‌تواند با بهره‌گیری از روش‌های علمی آن را اثبات نماید؛ باین‌وجود، بر اساس این گمان یا شناخت یک مدل مبتنی بر عامل ارائه داده است. رند و تراست [۳] و گارسیا و جاگر [۴] از زبان منتقدان، چنین پژوهش‌هایی را از نظر میزان اعتبار به‌عنوان مدل‌های اسباب‌بازی قلمداد نموده‌اند.

### ۳- راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل:

برای ارائه راهنمای عملیاتی در مدل‌سازی مبتنی بر عامل، سعی نمودیم دستورالعملی ارائه دهیم که توسعه کارهای رند و تراست، هلدا و سایر پژوهشگران باشد [۳، ۱۱، ۱۹، ۲۵] و مواردی که به آن توجهی نشده یا کمتر توجه شده را پوشش دهد. تفاوت‌های اساسی دستورالعمل ارائه‌شده در این پژوهش با سایر دستورالعمل‌ها به شرح زیر است:

(۱) گام اول دستورالعمل این پژوهش، مبتنی بر وجود نظریه یا فرضیه است. این گام در روش‌های قبلی به‌صورت مشخص، نظام‌مند و شفاف مطرح و سازماندهی نشده است.

(۲) اعتبارسنجی مدل در دستورالعمل‌های دیگر، آمیختگی و تطبیق مناسبی با گام‌های مدل‌سازی مبتنی بر عامل ندارد. ضمن اینکه نقاطی که بایستی در آن به اعتبارسنجی مدل توجه بیشتری شود، به‌طور مشخص و واضح معلوم نیست.

(۳) گام‌های ارائه‌شده در دستورالعمل این پژوهش نسبت به گام‌های دستورالعمل‌های دیگر دارای جزئیات و شفافیت قابل‌توجهی است؛ همچنین عملیاتی‌تر و کاربردی‌تر است.

در ادامه به ارائه‌ی راهنمای عملیاتی این پژوهش در هشت مرحله می‌پردازیم:

### ۳-۱- تصمیم‌گیری در مورد مناسب بودن مدل‌سازی مبتنی بر عامل

قبل از ایجاد هرگونه مدل مبتنی بر عاملی، بایستی از مناسب بودن روش اطمینان حاصل نماییم. گیلبرت [۵] و سایر پژوهشگران، مدل‌سازی مبتنی بر عامل را در حوزه‌هایی که پژوهشگر به دنبال بررسی الگوهای رفتاری در سطح خرد و کنش و برهم‌کنش عوامل با یکدیگر است و محیط‌هایی که پیچیده و غیرخطی هستند، مناسب می‌دانند [۵، ۱۷، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۳۲، ۳۳، ۳۴].

### ۳-۲- انتخاب نظریه یا فرضیه برای انطباق مدل

برای تطبیق دنیای واقعی و مجازی (محیط رایانه‌ای) نیاز به یک ابزار تطبیق است. از نظر اعتبار مدل، بسیار مناسب‌تر است که این ابزار تطبیق نظریه‌ای کمی یا نظریه‌ای کیفی باشد؛ ولی چنانچه پژوهشگر نخواهد از نظریه بهره جوید، حتماً بایستی از یک فرضیه تحلیل‌شده استفاده نماید.

### ۳-۳- ساخت مدل

رند و تراست [۳] و هلدا و همکاران [۱۱] ساخت مدل را یک فرآیند مهندسی نرم‌افزاری دانسته و هدف از آن را خلق نمودن نسخه‌ای اجرایی از مدل می‌دانند که بتواند به صورت محاسباتی ارائه شود. ساخت مدل شش گام زیر را طی می‌نماید:

**گام اول؛ تعیین محدوده مدل:** رند و تراست [۳] در تعیین محدوده‌ی مدل بیان داشته‌اند که چه بخشی از دنیای واقعی در تلاش‌های مدل‌سازی مورد توجه قرار می‌گیرد و چه جنبه‌های نادیده گرفته می‌شود. در واقع، به دنبال شناخت مرز مدل هستیم.

**گام دوم؛ تطبیق نظریه در سطح خرد:** برای مدل‌هایی که از نظریه‌ها یا فرضیه‌های کمی بهره می‌جویند، معمولاً مدل‌های ریاضیاتی را در کوچک‌ترین واحد زمانی یعنی  $d(t)$  و در سطح فردی تعریف می‌نمایند و سپس آن را در مدل مبتنی بر عامل در سطح خرد و در گام زمانی، پیاده‌سازی می‌نمایند. بایستی با اجرای مدل، خروجی مدل مبتنی بر عامل بازتولید خروجی در دنیای واقعی باشد. برای مدل‌هایی که از نظریه‌ها یا فرضیه‌های کیفی استفاده می‌نمایند، معمولاً با مطالعات میدانی و بر اساس نظریه یا فرضیه‌ای که برای انطباق انتخاب شده است، داده‌های تجربی را ایجاد

می‌نمایند. سپس این داده‌ها را در سطح خرد و با توجه به گام زمانی در مدل مبتنی بر عامل تنظیم می‌نمایند؛ به‌گونه‌ای که با اجرای مدل داده‌های تجربی مجدداً حاصل شوند.

**گام سوم؛ محیط-ورودی-خروجی-تعیین مقادیر اولیه:** محیط به‌صورت ساختاری تعاملی و با توجه به هدف مدل‌سازی مبتنی بر عامل، مشخص می‌گردد. ورودی‌ها و خروجی‌هایی که برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل استفاده می‌شود، بایستی همان ورودی‌ها و خروجی‌هایی باشد که در دنیای واقعی لحاظ شده است (ورودی‌ها و خروجی‌های نظریه انطباقی یا فرضیه انطباقی). همچنین مقادیر اولیه بایستی طوری تعیین شوند که وضعیت سیستم مدل شده را در حالت اولیه نشان دهند.

**گام چهارم؛ عامل و ویژگی‌ها:** برای عامل، بایستی گروه‌های عوامل به‌صورت کلی و همچنین تعداد تقریبی هر نوع عامل مشخص شود و برای ویژگی‌ها، مشخصات هر گروه از عامل‌ها با توجه به نظریه انطباقی یا فرضیه انطباقی مشخص می‌شود.

**گام پنجم؛ رفتار:** رند و تراست بیان می‌دارند که بایستی بدانیم هر گروه از عامل‌ها چه رفتار و اعمالی را دارا هستند [۳] و رفتار هر گروه از عامل‌ها با توجه به نظریه انطباقی یا فرضیه انطباقی در سطح خرد عملیاتی شود.

**گام ششم؛ گام زمانی:** در آن، ترتیب اتفاقات در مدل مبتنی بر عامل مشخص می‌شود. همچنین اکثر مدل‌های مبتنی بر عامل، یک گام اولیه و پس‌از آن، یک گام زمانی تکرار شونده دارند. دو فاز ذکر شده حتماً بایستی شرح داده شوند.

#### ۳-۴- سنجش اعتبار مدل

سنجش اعتبار مدل دو گام اساسی را در برمی‌گیرد. یکی از این گام‌ها اعتباربخشی و گام دیگر اعتبارسنجی است.

**گام اول؛ اعتباربخشی<sup>۴</sup>:** اعتباربخشی به این می‌پردازد که آیا پژوهشگر سیستم را درست ایجاد کرده است؟ آیا مدل اجرایی با مدل توصیفی انطباق دارد؟ در آن، قوانین و اصول مدل‌سازی مبتنی بر عامل (وجود عدم قطعیت در مدل، وجود پویایی و تعامل در مدل، پیاده‌سازی در سطح خرد)، مستندسازی و آزمون برنامه‌ای، بررسی شرایط حدی و سناریوهای خاص مدنظر قرار می‌گیرد. نرت و مک کال مستندسازی را

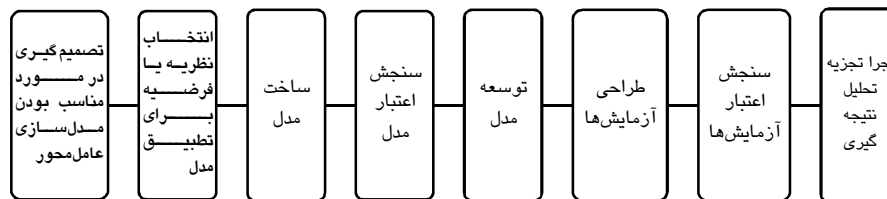
---

4. Verification



یک راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی مبتنی بر ... احسان ابوالفتحی و همکاران

فرآیند خلق اسنادی می‌دانند که مدل اجرایی را در ارتباط با مدل توصیفی در سطح جزئیات شرح دهند [۲۷]. همچنین رند و تراست آزمون برنامه‌ای را شامل حصول اطمینان از این امر می‌دانند که مدل اجرایی، آنچه را که برنامه‌نویس به آن اعتقاد دارد، انجام دهد [۳]. برای شرایط حدی، گیلبرت بیان می‌دارد که بایستی بررسی شود آیا حالات گوشه‌ای در مدل اجرایی به صورت صحیح عمل می‌نمایند یا خیر؟ وی برای سناریوهای خاص گفته است زمانی که برای ورودی‌هایی خاص، خروجی‌های مشخصی وجود داشته باشد، بررسی می‌نماییم که آیا مدل اجرایی این خروجی‌ها را برای آن ورودی‌های خاص می‌تواند تولید نماید یا خیر [۲۸]؟



شکل ۲ مدل مفهومی راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل

**گام دوم؛ اعتبارسنجی:** اعتبارسنجی به این امر می‌پردازد که آیا پژوهشگر سیستم درست را ایجاد کرده است؟ آیا مدل مبتنی بر عامل با دنیای واقعی به خوبی منطبق شده است؟ اعتبارسنجی شامل بررسی محدوده، ساختار و ورودی-خروجی مدل است:

**بررسی محدوده مدل:** محدوده‌ی مدل را که در ساخت مدل انتخاب نموده‌ایم، با توجه به بخشی از دنیای واقعی که با توجه به هدف خود انتخاب کرده‌ایم، مورد بررسی قرار می‌دهیم تا ببینیم که آیا محدوده‌ی مدل به صورت مناسبی انتخاب شده است یا خیر؟

**بررسی ساختار مدل:** در آن، برای دو سطح خرد و کلان بررسی می‌نماییم که آیا مدل مبتنی بر عامل با دنیای واقعی از نظر ساختار، اجزا و ارتباطات به صورت خوبی انطباق دارد یا خیر؟

**بررسی ورودی و خروجی مدل:** در آن، داده‌هایی که به‌عنوان ورودی برای مدل مبتنی بر عامل استفاده می‌شود، بایستی انطباق خوبی با داده‌های دنیای واقعی داشته باشد. همچنین خروجی‌هایی که از مدل مبتنی بر عامل حاصل می‌شود (خروجی‌هایی که با اجرای مدل مبتنی بر عامل ایجاد می‌شود)، بایستی انطباق خوبی با خروجی در دنیای واقعی داشته باشد. برای بررسی تطبیق ورودی و خروجی، می‌توان از رگرسیون و تحلیل آماری و تحلیل ریاضیاتی و... بهره برد. همچنین اگر برای مدل‌سازی از داده‌های تجربی بهره برده شود، بایستی ورودی‌ها و خروجی‌های مدل را با داده‌های تجربی مقایسه نمود.

### ۳-۵- توسعه‌ی مدل

هنگامی که مدل مبتنی بر عامل اجرا و تأیید شد، می‌توان با توجه به اهدافی که در پژوهش تعریف شده است، جزئیات بیشتری در دنیای واقعی برای مدل مبتنی بر عامل مدنظر قرار داد و آن را توسعه بخشید. گفتنی است که مدل توسعه داده‌شده نیز بایستی اعتبار سنجی شود.

### ۳-۶- طراحی آزمایش‌ها

بایستی با توجه به اهداف و سناریوهایی که برای پژوهش در نظر گرفته شده است، طراحی آزمایش‌های مختلف صورت پذیرد؛ به‌گونه‌ای که این آزمایش‌ها ضمن بررسی سؤالات پژوهش، محقق را به سمت درک بهتر پدیده در دنیای واقعی رهنمون سازد.

### ۳-۷- سنجش اعتبار آزمایش‌ها

سنجش اعتبار آزمایش‌ها نیز شامل اعتبارسنجی و اعتباربخشی می‌شود. در اعتبارسنجی، به آزمون سناریوها و آزمایش‌ها پرداخته می‌شود تا مشخص شود که آیا آزمایش‌های طراحی شده در مدل مبتنی بر عامل همان چیزی را مورد بررسی و سنجش قرار می‌دهد که در دنیای واقعی مدنظر پژوهشگر است یا خیر؟ همچنین بررسی می‌شود که آیا ساختار آزمایش‌های طراحی شده منطبق با دنیای واقعی هست یا خیر؟ در اعتباربخشی بررسی می‌شود که آیا آزمایش‌های طراحی شده به‌هنگام برنامه‌نویسی درست پیاده شده‌اند یا خیر؟

### ۳-۸- اجرای آزمایش‌ها و سناریوها، تجزیه و تحلیل خروجی و نتیجه‌گیری

در این مرحله، مدل مبتنی بر عامل و سناریوهای مربوط به آن، به خوبی ایجاد شده و معتبر شده‌اند. از این رو، به اجرای آزمایش‌ها و سناریوها پرداخته می‌شود و داده‌ها و یافته‌های به دست آمده با تجزیه و تحلیل آماری و ریاضیاتی و... مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت، به بیان نتایج پژوهش پرداخته می‌شود. همچنین باید بیان نمود که اگرچه برای این راهنمای عملیاتی ترتیب ارائه شده است، ولی پژوهشگر می‌تواند با توجه به نیازهای پژوهش خود، ترتیب را رعایت ننماید و برخی مراحل را همزمان انجام دهد یا اینکه در مراحل به عقب بازگردد یا به جلو حرکت نماید.

### ۴- روش‌ها

برای اینکه توانمندی راهنمای عملیاتی ارائه شده نشان داده شود، به مدل‌سازی انتشار نوآوری در ایران (انتشار تلویزیون) پرداخته شده است. در این بخش، شرح دقیقی از چگونگی این مدل‌سازی مبتنی بر عامل بر مبنای راهنمای عملیاتی این پژوهش ارائه خواهد شد.

#### ۴-۱- مناسب بودن مدل مبتنی بر عامل برای انتشار نوآوری

رند و تراست [۳] و دلره و همکاران [۲۱] مدل‌سازی مبتنی بر عامل را برای بازاریابی مربوط به انتشار نوآوری مناسب می‌دانند؛ زیرا اجازه بررسی الگوهای رفتار فردی، کنش و برهم‌کنش عوامل با یکدیگر و محیط، و همچنین امکان تجمیع نتایج از سطح خرد به سطح کلان را فراهم می‌آورد.

#### ۴-۲- انتخاب نظریه یا فرضیه برای تطبیق مدل

برای تطبیق مدل با هدف رسیدن به بالاترین سطح اعتبار از یک نظریه کمی که توسط فرانک باس [۳۰] برای انتشار نوآوری ارائه شده است، استفاده نموده‌ایم. مدل ایشان به قرار زیر است:

$$s(t) = m \frac{(p+q)^2}{p} \frac{e^{-(p+q)t}}{\left(1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}\right)^2} \quad (1)$$

در این رابطه،  $s(t)$  تعداد پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی،  $p$  ضریب نوآوری،  $q$  ضریب تقلید و  $m$  تعداد پذیرندگان بالقوه در بازار است.



نمودار ۱ مدل باس برای مجموع تعداد پذیرندگان در هر گام زمانی

نمودار ۱، مدل باس مجموع تعداد پذیرندگان نوآوری (کالای جدید) در هر گام زمانی را ارائه می‌دهد. مدل تحلیلی ارائه‌شده توسط فرانک باس [۳۰] که یکی از معتبرترین نظریه‌ها در حوزه‌ی بازاریابی مربوط به انتشار نوآوری است، چگونگی پذیرش نوآوری توسط مشتریان را در بازار نشان می‌دهد. در فرض اصلی این مدل، پذیرندگان نوآوری در دو گروه نوآوران و مقلدان طبقه‌بندی می‌شوند که نوآوران پذیرندگان فعلی و مقلدان پذیرندگان بالقوه هستند (هنوز نوآوری را نپذیرفته‌اند). همچنین سرعت و زمان پذیرش بستگی به احتمال پذیرش به واسطه رسانه‌های جمعی ( $p$ ) و احتمال پذیرش به واسطه گفتگوهای کلامی ( $q$ ) دارد.

#### ۳-۴- ساخت مدل؛ محدوده‌ی مدل

در مدل این پژوهش، محدوده‌ی مدل بر اساس مدل انتشار باس تعریف شده است. **تطبيق نظریه در سطح خرد:** بدین منظور باید تعداد پذیرندگان نوآوری را بر اساس

یک راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی مبتنی بر ... احسان ابوالفتحی و همکاران

مدل تحلیلی باس در فاصله زمانی  $t$  تا  $t + 1$  به دست آورد. فرانک باس دیفرانسیل مجموع تعداد پذیرندگان به زمان را به صورت زیر ارائه داده است [۳۰]:

$$\frac{dS(t)}{dt} = p(N - S(t)) + q \frac{S(t)}{N}(N - S(t)) \quad (2)$$

$dS(t)$  تغییر در مجموع تعداد پذیرندگان در فاصله زمانی کوچک  $dt$ ،  $N$  تعداد کل پذیرندگان بالقوه‌ی نوآوری،  $S(t)$  تعداد پذیرندگان نوآوری تا زمان  $t$ ،  $p$  ضریب نوآوری و  $q$  ضریب تقلید است. محیط، ورودی، خروجی و تعیین مقادیر اولیه: در این پژوهش، محیط توسط همسایگان اجتماعی عامل تعریف می‌شود. همچنین  $m$ ،  $q$  و  $p$  ورودی‌های اصلی هستند.  $m$  جمعیت بالقوه پذیرندگان نوآوری در بازار است و  $P$  تأثیرات خارجی را نشان می‌دهد که از تبلیغات ناشی می‌شود و  $q$  تأثیرات داخلی را ارائه می‌نماید که ناشی از گفتگوهای بین افراد است. خروجی نیز تعداد کل پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی است. در ضمن، در حالت اولیه، تمامی عامل‌ها نوآوری را نپذیرفته‌اند. **عامل‌ها و ویژگی‌ها:** در این مدل، تنها یک نوع عامل وجود دارد که آن نیز مشتریان یا پذیرندگان نوآوری هستند. همچنین برای عامل دو ویژگی ( $p$ ) و ( $q$ ) در نظر گرفته شده است (این دو ویژگی در قسمت ۲-۴ شرح داده شده است) که به ترتیب با  $x_{2,i}$  و  $x_{1,i}$  نشان داده می‌شوند. زیروند  $i$  نشان‌دهنده هر عامل است. رفتار: رفتار عامل تصمیم‌گیری در مورد پذیرش نوآوری یا عدم پذیرش نوآوری است و بر اساس تطبیق نظریه در سطح خرد پذیرش برای هر عامل با احتمال  $(q * \frac{S}{N}) + p$  صورت می‌پذیرد که با توجه به علامت مثبت موجود در عبارت، رفتار به صورت زیر در مدل مبتنی بر عامل پیاده خواهد شد:

$$x_{1,i} < p \text{ or } x_{2,i} < q * \frac{S}{N} \quad (3)$$

در این رابطه،  $S$  تعداد نوآوران و  $N$  تعداد کل عامل‌هاست. **گام زمانی:** در مدل بالا، در گام ابتدایی، عوامل و شبکه ایجاد می‌شود و در هر گام تکرار شونده، هر عامل در مورد پذیرش نوآوری یا عدم پذیرش نوآوری تصمیم‌گیری می‌نماید و این روند آنقدر ادامه می‌باید تا تمامی عوامل، نوآوری را بپذیرند.

#### ۴-۴- سنجش اعتبار مدل

این گام شامل اعتباربخشی و اعتبارسنجی است:

**اعتباربخشی:** در مدل‌سازی مبتنی بر عامل این پژوهش، قوانین و اصول مربوط به مدل‌سازی مبتنی بر عامل به صورت مناسبی رعایت شده است و پیاده‌سازی نظریه در سطح خرد بر اساس آنچه در گام ساخت مدل شرح داده شد، به خوبی انجام شده است. در مورد صحت برنامه‌ی نوشته‌شده، ابتدا برنامه به صورت خط به خط اجرا شده و مورد آزمون قرار گرفته است. سپس با تقسیم نمودن کد برنامه به بخش‌هایی که هر یک وظیفه‌ای ویژه بر عهده دارند، هر بخش به صورت مجزا مورد اجرا و آزمون قرار گرفته است. در نهایت، کل برنامه با توجه به ارتباط بخش‌های مختلف با یکدیگر آزمون و اجرا شده است. برای حالت‌های گوشه‌ای نیز با در نظر گرفتن مقادیر مرزی برای ورودی‌ها و سایر شرایط حدی، آزمون‌های لازم انجام شده است.

**اعتبارسنجی؛ برای مرز مدل:** از آنجاکه محدوده مدل منطبق بر محدوده‌ی مدل معتبر باس تعریف شده است، پس همان اعتباری که برای مدل معتبر باس از نظر مرز و محدوده‌ی مدل وجود دارد، برای مدل مبتنی بر عامل این پژوهش نیز وجود خواهد داشت. **برای ساختار مدل:** در سطح خرد، عامل‌ها، ویژگی‌ها، رفتار و تعاملات آن‌ها منطبق با همان بخشی از دنیای واقعی بوده است که با توجه به هدف و نظریه انطباقی پژوهش انتخاب شده است. در سطح کلان نیز پویایی، الگوها و فرآیندهای مدل با توجه به آنچه در ساخت مدل شرح داده شده، منطبق با دنیای واقعی بوده است. همچنین از آنجاکه در ساختار مدل‌سازی مبتنی بر عامل دقیقاً همان ساختار مدل باس پیاده‌سازی شده است، به همان میزان که ساختار مدل معتبر باس در تطبیق با دنیای واقعی دارای اعتبار است، مدل مبتنی بر عامل این پژوهش نیز دارای اعتبار است. **برای ورودی مدل:** ورودی‌های مدل دقیقاً ورودی‌های مربوط به مدل باس بوده است. پس از آنکه با بهره‌گیری از داده‌های دنیای واقعی، این ورودی‌ها محاسبه شده است، از آن هم برای مدل باس و هم برای مدل مبتنی بر عامل استفاده شده است. **برای خروجی مدل:** پس از اجرای مدل، خروجی به دست آمده با خروجی مدل باس و خروجی در دنیای واقعی مقایسه شده است. این مقایسه در بخش پنجم، یعنی داده‌ها و یافته‌ها، ارائه شده است.

#### ۵-۴- توسعه ی مدل

مدل مبتنی بر عامل با توجه به هدفی که در این پژوهش تعریف شده است، با بهره‌گیری از شبکه‌ی ترجیحی توسعه داده شده است. در واقع از این طریق، اثر شبکه‌ای به مدل مبتنی بر عامل افزوده شده است. شبکه ترجیحی توسط باراباسی و آلبرت ارائه شده است. در ساختار ارائه شده برای این شبکه، افراد به صورت تصادفی به یکدیگر مرتبطند اما تراکم این ارتباطات، یعنی میزان ارتباطات بین افراد، یکسان نیست؛ یعنی تراکم ارتباطات، از فردی به فرد دیگر تغییر می‌نماید [۳۱]. در مدل مبتنی بر عامل دارای اثر شبکه‌ای، برای هر عامل همسایگانی تعریف می‌شود که تعداد همسایگان نوآور بر احتمال پذیرش به واسطه گفتگوهای کلامی (q) تأثیر می‌گذارد. از این رو، ویژگی جدیدی به مدل مبتنی بر عامل در نسخه شبکه‌ای اضافه می‌شود و آن عبارت است از اینکه برای هر عامل بایستی یک مجموعه از عوامل همسایه در نظر گرفته شود. همچنین رفتار عامل یعنی تصمیم پذیرش در نسخه شبکه‌ای به صورتی که در ادامه خواهد آمد، تغییر می‌نماید:

$$x_{1,i} < p \text{ or } x_{2,i} < q * \frac{s_i}{n_i} \quad (4)$$

در رابطه‌ی بالا،  $s_i$  تعداد همسایگان نوآور هر عامل و  $n_i$  تعداد کل همسایگان هر عامل است. همچنین در نسخه‌ی شبکه‌ای، جای‌نگاری شبکه (یعنی اینکه چه طور افراد به هم متصل می‌شوند) ورودی سوم را ارائه می‌دهد. گفتنی است از آنجاکه در بازار بالقوه دنیای واقعی، تمامی عامل‌ها به یکدیگر مرتبط نیستند و هر عامل با مجموعه‌ای از عوامل در ارتباط است، نسخه شبکه‌ای مدل مبتنی بر عامل، سطح بالاتری از واقعیت را نسبت به نسخه بدون تأثیر شبکه ارائه می‌دهد. همچنین سنجش اعتبار گام توسعه مدل در بخش سنجش اعتبار مدل ارائه شده است.

#### ۴-۶- طراحی آزمایش‌ها

هدف این پژوهش پس از مدل‌سازی انتشار نوآوری در ایران (تلویزیون)، دانستن تأثیر افزایش تعداد ارتباطات در شبکه ارتباطی بر میزان پذیرش نوآوری است.

از این رو، سناریوهایی با در نظر گرفتن افزایش تعداد ارتباطات در شبکه ارتباطی عامل‌ها در نظر گرفته شده است و آزمایش‌های لازم طراحی شده است.

#### ۴-۷- اعتبار سنجی آزمایش‌ها

رند و تراست [۳۰] برای طراحی سناریوها و آزمایش‌های نسخه ترجیحی پیشنهاد می‌دهند که در هر سناریو، برای تمامی عامل‌ها یک حداقل تعداد ارتباطات با عامل‌های دیگر تعریف شود که این حداقل تعداد ارتباطات در هر سناریو افزایش یابد [۳۰]. از این رو، سناریوهای این پژوهش نیز بر همین اساس طراحی شده است و در سناریوهای ارائه شده، هر عامل به صورت تصادفی به عامل‌های دیگر مرتبط شده است. همچنین ساختار سناریوها و آزمایش‌ها نیز در نسخه ترجیحی دارای انطباقی مناسب با دنیای واقعی است. آزمون برنامه‌ای و بررسی شرایط حدی نیز مشابه آنچه در گام سنجش اعتبار مدل شرح داده شد، برای نسخه‌ی ترجیحی انجام شده است.

#### ۴-۸- اجرای آزمایش‌ها و سناریوها، تجزیه و تحلیل خروجی و نتیجه‌گیری

برای هر سناریو، مدل مبتنی بر عامل در نرم‌افزار نت لگو به تعداد ۳۰ مرتبه اجرا شده است و با به‌کارگیری نرم‌افزار Matlab از خروجی این ۳۰ اجرا، میانگین گرفته شده و خروجی میانگین به عنوان خروجی هر سناریو لحاظ شده است. سپس با استفاده از نرم‌افزار Matlab، تحلیل آماری بر روی خروجی سناریوهای مختلف صورت پذیرفته است و در نهایت، نتیجه پژوهش ارائه شده است.

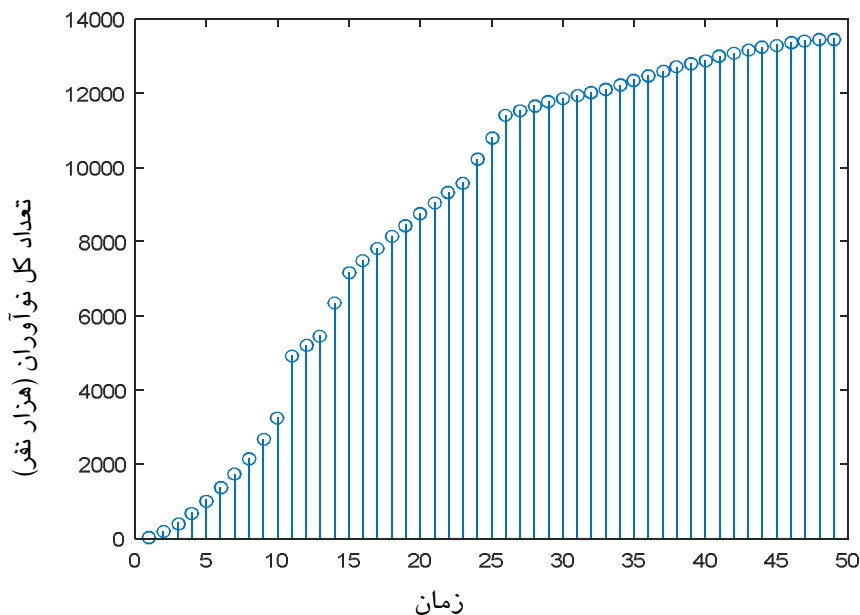
#### ۵- داده‌ها و یافته‌ها

در پژوهش بالا برای مدل‌سازی مبتنی بر عامل انتشار نوآوری در ایران (تلویزیون) از داده‌های واقعی بهره برده شده است. این داده‌ها در نمودار ۲ ارائه شده است. گفتنی است که این سری زمانی از سال ۱۳۴۵ تا سال ۱۳۹۳ را دربرمیگیرد. همچنین داده‌ها با مراجعه به مرکز آمار و اداره‌ی گمرک ایران به دست آمده است. برای ایجاد مدل باس با به‌کارگیری معادله رگرسیون غیرخطی و بهره‌گیری از داده‌های واقعی ضرایب  $m$ ،  $q$  و  $p$  برای مدل باس محاسبه شده است. پس از ایجاد مدل رگرسیون غیرخطی به شکل  $S(t) = a + b * N(t - 1) + c * (N(t - 1))^2$ ، ضرایب  $a$ ،  $b$  و  $c$  به



یک راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی مبتنی بر ... احسان ابوالفتحی و همکاران

دست می‌آید (در معادله‌ی رگرسیونی بالا،  $N(t-1)$  تعداد کل پذیرندگان نوآوری با تأخیر یک گام زمانی و  $S(t)$  تعداد پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی است).



نمودار ۲ نمودار میله‌ای برای انتشار تلویزیون در ایران

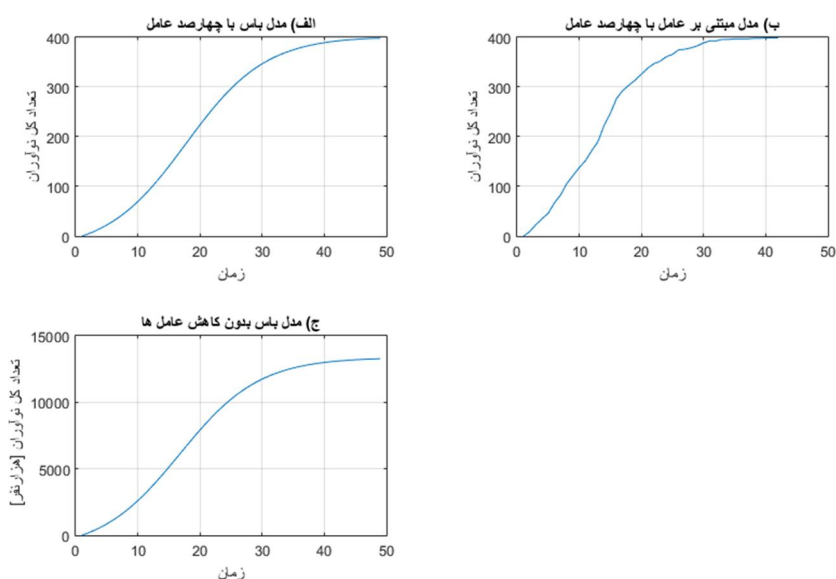
مقادیر  $a$  و  $b$  و  $c$  به ترتیب برابر با  $۱۵۴/۰۳$  و  $۰/۱۳۴۰۶$  و منفی  $۰/۰۰۰۰۱۰۸۲۱$  است. همچنین مقدار پی‌کی کل مدل برابر با  $۰/۰۰۰۰۰۰۵۶۸$  است که صحت مدل رگرسیونی را نشان می‌دهد. پس از محاسبه ضرایب  $a$  و  $b$  و  $c$  در مدل رگرسیونی غیرخطی مقادیر  $m$  و  $q$  و  $p$  از فرمول‌هایی که در ادامه می‌آید، محاسبه می‌شود.

$$m = \frac{-b \pm (b^2 - 4ac)^{0.5}}{2c}, \quad p = \frac{a}{m}, \quad q = -mc \quad (5)$$

پس از جایگزینی ضرایب در فرمول‌ها مقادیر زیر برای  $m$  و  $p$  و  $q$  به دست می‌آید:

$$m = 13447 \quad q = 0/1456 \quad p = 0/114$$

حال با داشتن ضرایب  $m$ ،  $p$  و  $q$  و با بهره‌گیری از معادله‌ی باس (معادله ۱) که در بخش روش‌ها ارائه شده است، می‌توان خروجی مدل باس را برای تعداد کل پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی محاسبه نمود.



نمودار ۳ تعداد کل نوآوران در هر گام زمانی برای مدل‌های مختلف

نمودار ۳-الف تعداد کل نوآوران را برای مدل باس با ۴۰۰ عامل نشان می‌دهد و نمودار ۳-ب تعداد کل نوآوران را برای مدل مبتنی بر عامل با ۴۰۰ عامل ارائه می‌نماید. نمودار ۳-ج نیز تعداد کل نوآوران را برای مدل باس بدون کاهش تعداد عامل‌ها به نمایش می‌گذارد. اگر به معادله‌ی باس (معادله ۱) دقت شود، مشخص می‌شود که  $m$  یعنی مقدار بازار بالقوه، به صورت یک ضریب در کل معادله‌ی باس است؛ از این رو می‌توان برای پیاده‌سازی انتشار نوآوری در مدل مبتنی بر عامل، مقدار  $m$  را به ۴۰۰ عامل کاهش داد. همچنین از آنجا که اجرای مدل عامل‌بنیان (به‌خصوص در زمان اجرای سناریوها) با

یک راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی مبتنی بر ... احسان ابوالفتحی و همکاران

تعداد عامل‌های زیاد، زمان فراوانی را نیاز دارد و بایستی تمامی سناریوها، ۳۰ مرتبه اجرا شود. تعداد عامل‌ها در بازار بالقوه، به ۴۰۰ عامل کاهش داده شده است. برای مشخص نمودن این امر که کاستن تعداد عامل‌ها به ۴۰۰ عامل هیچ‌گونه خللی در اعتبار مدل پدید نمی‌آورد، جدول ۱ که مربوط به ضرایب رگرسیونی بین خروجی‌های مدل‌های مختلف و داده‌های واقعی است ارائه شده است.

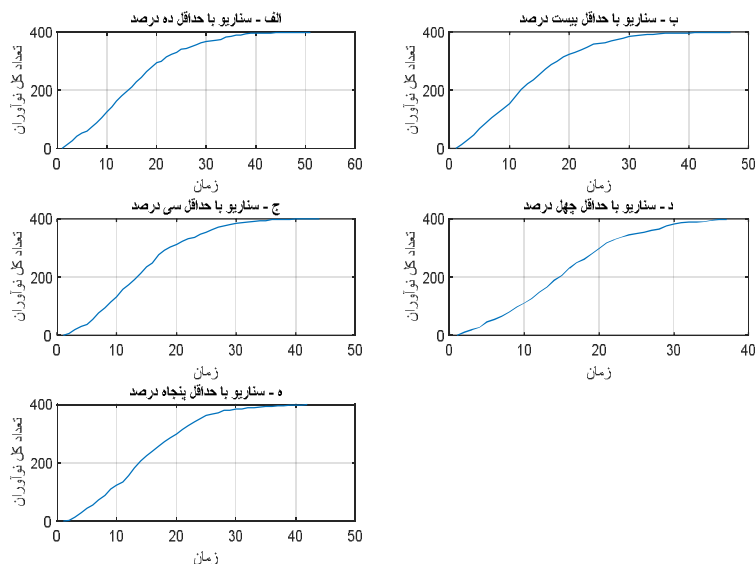
### جدول ۱ محاسبه ضرایب رگرسیونی با مدل‌های مختلف و داده‌های واقعی

مدل	داده‌های واقعی	مدل باس بدون کاهش دادن تعداد عامل‌ها در بازار بالقوه	مدل باس ۴۰۰ عاملی
مدل مبتنی بر عامل با ۴۰۰ عامل	۹۸/۸۲	۹۷/۳۱	۹۶/۵۸

در جدول ۱ به محاسبه ضریب همبستگی بین داده‌های واقعی و خروجی مدل مبتنی بر عامل با ۴۰۰ عامل و ضریب رگرسیونی بین خروجی مدل باس بدون کاهش دادن تعداد عامل‌ها، خروجی مدل عامل‌بنیان با ۴۰۰ عامل، همچنین ضریب همبستگی بین خروجی مدل باس با ۴۰۰ عامل و خروجی مدل عامل‌محور با ۴۰۰ عامل پرداخته شده است. در ضمن، خروجی‌ها تعداد کل نوآوران هستند. همان‌طور که در جدول ۱ مشخص است، اعداد این جدول ضرایب همبستگی مناسبی را ارائه می‌دهند. بنابراین با توجه به این جدول، نمودار ۲ و نمودارهای ۳-الف، ۳-ب و ۳-ج کاهش تعداد عامل‌ها به ۴۰۰ عامل، هیچ‌گونه تغییری در اعتبار مدل پدید نخواهد آورد.

در ادامه برای بررسی تأثیر افزایش تعداد ارتباطات بر میزان پذیرش نوآوری، پنج سناریو برای ساختار شبکه‌ای در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب که در هر سناریو یک حداقل درصد ارتباطاتی برای هر عامل لحاظ شده است که عامل نبایستی از آن حداقل درصد، میزان ارتباطاتش با عوامل همسایه‌اش کمتر باشد. برای سناریوهای اول تا پنجم، حداقل میزان درصد ارتباطات برای هر عامل به ترتیب ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ در نظر گرفته شده است که پس از اجرای سناریوها نمودار ۴ حاصل شده است. نمودار ۴ خروجی‌های سناریوهای مختلف با حداقل میزان درصد ارتباطات برابر با ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ را برای ساختار شبکه‌ای ترجیحی نشان می‌دهد. همچنین برای اینکه تحلیلی کامل از خروجی‌های سناریوهای مختلف در

ساختار ترجیحی ارائه شود، جدول ۲ ایجاد شده است. در جدول ۲، بین خروجی‌های (تعداد کل پذیرندگان نوآوری) سناریوهای مختلف در ساختار ترجیحی ضرایب همبستگی محاسبه شده است. همچنین در آخرین ستون، بین خروجی‌های سناریوهای مختلف در ساختار ترجیحی و خروجی مدل مبتنی بر عامل بدون در نظر گرفتن شبکه ارتباطی، ضریب همبستگی محاسبه شده است. پس از بررسی دقیق داده‌های نمودار ۴ و جدول ۲، یافته‌های به دست آمده ضمن تائید یافته‌های رند و راست [۳] و دلره و همکاران [۲۱] به شرحی است که در ادامه می‌آید: افزایش تعداد ارتباطات اگرچه تأثیری چشمگیر و قابل توجه در مورد افزایش پذیرندگان نوآوری ارائه نمی‌دهد، اما با توجه به تعداد پذیرندگان نوآوری در هر گام زمانی، نشان می‌دهد که به صورت کلی با افزایش تعداد حداقل ارتباطات، تعداد پذیرندگان نوآوری اندکی مناسب‌تر شده است. بنابراین، افزایش تعداد ارتباطات بین عامل‌ها و افزودن شبکه‌های ارتباطی، تغییر قابل توجه و چشمگیری در پذیرش نوآوری به وجود نمی‌آورد، اما می‌تواند به میزانی غیرمحسوس، تأثیری مناسب ایجاد نماید.



نمودار ۴ تعداد کل نوآوران در هر گام زمانی برای سناریوهای ساختار ترجیحی

یک راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی مبتنی بر ... احسان ابوالفتحی و همکاران

جدول ۲ جدول ضرایب رگرسیونی بین سناریوهای مختلف ساختار ترجیحی و ضرایب رگرسیونی بین سناریوهای مختلف ساختار ترجیحی و حالت بدون ساختار شبکه‌ای

سناریو	سناریو Min=10%	سناریو Min=20%	سناریو Min=30%	سناریو Min=40%	سناریو Min=50%	مدل بدون ساختار
Min=10%	-----	۹۹/۹۶	۹۹/۹۴	۹۹/۹۳	۹۹/۸۵	۹۹/۸۹
Min=20 %	۹۹/۹۶	-----	۹۹/۹۷	۹۹/۹۴	۹۹/۸۶	۹۹/۸۶
Min=30 %	۹۹/۹۴	۹۹/۹۷	-----	۹۹/۹۸	۹۹/۸۶	۹۹/۸۷
Min=40 %	۹۹/۹۳	۹۹/۹۴	۹۹/۹۸	-----	۹۹/۸۷	۹۹/۸۶
Min=50 %	۹۹/۸۵	۹۹/۸۶	۹۹/۸۶	۹۹/۸۷	-----	۹۹/۷۴

### ۶- بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش یافته‌های رند و راست [۳] و دلره و جاگر [۲۱] را تأیید می‌نماید؛ اما ضمن مشابهت‌هایی که با نتیجه‌گیری‌های ایشان از یافته‌ها وجود دارد، در نتیجه‌گیری این پژوهش، موردی جدید نیز ارائه شده است. هم دلره و همکاران [۲۱] و هم رند و تراست [۳] معتقدند که افزایش تعداد ارتباطات و افزودن شبکه‌های ارتباطی تأثیری که مورد انتظار ذهن است را ندارند. رند بیان می‌دارد که معمولاً افزایش تعداد ارتباطات و شبکه‌های ارتباطی اثر مثبت دارد؛ اگرچه این اثر آن‌چنان قوی و چشمگیر نیست. این درحالی است که از نظر جاگر چون افزایش تعداد ارتباطات عدم اطمینان را بیشتر می‌نماید، علاوه بر اینکه اثر مثبتی که مدنظر است ایجاد نمی‌شود، حتی ممکن است پذیرش نوآوری را دشوارتر نیز نماید. نتایج این پژوهش ضمن تأیید نتایج رند و تراست و دلره و همکاران به شرحی است که در ادامه ارائه می‌شود. افزایش تعداد ارتباطات و افزودن شبکه‌های ارتباطاتی تنها سبب می‌شود که اطلاعات سریع‌تر به دست عامل‌ها برسد، اما تأخیر در زمان تصمیم‌گیری که به دلیل بمباران اطلاعات و

افزایش پیچیدگی‌ها ایجاد شده است و باعث شک و تردید و عدم اطمینان بیشتر شده است، همچنان باقی است و حتی می‌توان گفت از قبل نیز بیشتر شده است. از این رو، افزایش تعداد ارتباطات و افزودن شبکه‌های ارتباطاتی در پذیرش و انتشار نوآوری تأثیری چشمگیر ایجاد نمی‌نماید، ولی می‌تواند تا حدودی تأثیری مناسب فراهم آورد.

#### ۷- منابع

- [1] Wilensky U., Rand W., "An Introduction to Agent-Based Modeling: Modeling Natural," Social and Engineered Complex Systems, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, United States, 2015.
- [2] Bonabeau E., "Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems," PNAS Colloquium, vol. 99, no. 3, 2002, pp. 7280–7287.
- [3] Rand W., T. Rust R., "Agent-based modeling in marketing: Guidelines for rigor," Intern. J. of Research in Marketing, vol. 28, no. 3, 2011, pp. 167–280.
- [4] Garcia R., Jager W., "From the Special Issue Editors: Agent-Based Modeling of Innovation Diffusion," Journal of Product Innovation Management, vol. 28, no. 2, 2011, pp. 148–151.
- [5] Gilbert N., Jager W., Deffuant G., "Complexities in markets: Introduction to the special issue," Journal of Business Research, vol. 60, no. 8, 2007, pp. 813–815.
- [6] Walsh, W. Wellman, M., "Modeling supply chains formation in multiagentsystems," Proc. IJCAI-99 Workshop Agent-Mediated Electronic Commerce, 1999.
- [7] Rangoni R., Jager W., "Social Dynamics of Littering and Adaptive Cleaning Strategies Explored Using Agent-Based Modelling," Journal of Artificial Societies and Social Simulation, vol. 20, no. 2, 2017, pp. 1–17.
- [8] North M. J., Macal, C. M., "Multi-scale agent-based consumer market modeling," Complexity, vol. 15, no. 5, 2010, pp. 37–47.
- [9] Abdul Majid M., Herawan, T., "Modelling Reactive and Proactive Behaviour in Simulation: A Case Study in a University Organisation," International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, vol. 8, no. 6, 2013, pp. 329–338.

- [10] Vattam S., Goel K., Rugaber S., "Behavior Patterns: Bridging Conceptual Models and Agent-Based Simulations in Interactive Learning Environments," 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2011, pp. 139–143.
- [11] Helda P., Wilkinsonb F., Marks R., "Agent-Based Modelling a New Kind of Research," Australasian Marketing Journal, vol. 22, no. 1, 2014, pp. 4–14.
- [12] Wellman p., "Putting the Agent in Agent-Based Modeling," 13th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2014.
- [13] Cavoski S. ,Markovic A., "Analysis of Customer Behaviour and Online Retailers Strategies Using the Agent-Based Simulation," journal for theory and practice "Management", vol. 77, no. 22, 2016, pp. 13–24.
- [14] Rauh J. ,Schenk T. ,Schrodl D., "The simulated consumer – An agent-based approach to shopping behavior," Erdkunde, vol. 66, no. 1, 2011, pp. 13–25.
- [15] Serrano E., Iglesias C., Garijo M., "A Novel Agent-Based Rumor Spreading Model in Twitter," 15 Companion Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web, 2015, pp. 811–814.
- [16] Garcia R., Rummel P., Hauser J., "Validating Agent-based Marketing Models Using Conjoint Analysis," Journal of Business Research, vol. 60, no. 8, 2007, pp. 848–857.
- [17] Baptista M., Martinho C. Lima F., "An agent-based model of consumer behavior based on the BDI architecture and neoclassical theory," Conference: Association for Business Simulation and Experiential Learning, 2014, pp. 170–178.
- [18] Eppstein M., Grover D., Marshal G., "An agent-based model to study market penetration of plug-in hybrid electric vehicles," Energy Policy, vol. 39, no. 6, 2011, pp. 3789–3802.
- [19] Janssen M., Jager W., "Fashions, habits and changing preferences: Simulation of psychological factors affecting market dynamics," Journal of Economic Psychology, vol. 22, no. 6, 2001, pp. 745–772.

- [20] Grimm V., Railsback S. F., "Individual-based modeling and ecology" Princeton: Princeton University Press, 2005.
- [21] Delre S., Jager W., Tammo H. A., "Will It Spread or Not? The Effects of Social Influences and Network Topology on Innovation Diffusion" *Journal of Product Innovation Management*, vol. 27, no. 2, 2010, pp. 267–282.
- [22] Kangur A., Jager W., Verbrugge R. "An agent-based model for diffusion of electric vehicles," *Journal of Environmental Psychology*. vol. 52, no. 1, 2017, pp. 166–182.
- [23] Zhang T., Gensler S., Garcia R., "A Study of the Diffusion of Alternative Fuel Vehicles: An Agent-Based Modeling Approach," *Journal of Product Innovation Management*, vol. 28, no. 2, 2011, pp. 152–168.
- [24] Dignum V., Gilbert N., Wellman M., "Introduction to the special issue on autonomous agents for agent-based modeling," *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*. vol. 30, no. 6, 2016, pp. 1021–1022.
- [25] Dilaver O., Gilbert N., "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>.
- [26] jager W., "Introduction to Agent Based Modeling". Retrieved feb 23, 2015, from creative commons, website: [creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode).
- [27] North M. J., Macal C. M., "Managing business complexity: Discovering strategic solutions with agent-based modeling and simulation," Oxford University Press, 2007.
- [28] Gilbert N., "Agent-based models," Sage Publications, 2008.
- [29] Afshar K. M., Abolfathi E., rajab poor M., "A New strategy in dynamic systems applying matlab," Dafoos aja Publications, 2017.
- [30] Bass F. M., "A new product growth model for consumer durables," *Management Science*, vol. 36, no. 9, 1969, pp. 1057–1079.



یک راهنمای عملیاتی برای مدل‌سازی مبتنی بر ... احسان ابوالفتحی و همکاران

- [31] Barabási A., Albert R., “Emergence of scaling in random networks,” *Science*, vol. 286, no. 1, 1999, pp. 509–512.
- [32] Azar A., Zarei A., “Modeling based simulation design for analyzing inter organizational communication,” *Management Research in Iran*, vol. 55, no. 11, 2006, pp. 31–58.
- [33] Bagheri K.M., Azar A., “New Approach to Internet Marketing Blend,” *Management Research in Iran*, vol. 39, no. 9, 2004, pp. 1–27.
- [34] Rabiee M., Karami M., “Dynamic Analysis of the Issue of Driving Accidents in Iran: The Dynamics of Systems Approach,” *modern researches in decision making*, vol. 4, no. 1, 2017, pp. 71–99.