

## Presenting a Diffusion Model for the New Product with the Simultaneous Impact of Price and Advertising

Seyed Sadegh Allameh<sup>1</sup>, Majid Esmaelian<sup>2\*</sup>

1- PhD Candidate, Department of Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran  
s.sadeghallameh@gmail.com

2- Associate Professor, Department of Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran  
m.esmaelian@ase.ui.ac.ir

### Abstract

One of the important factors for every corporation is to present innovation and new products at the right time. New companies also need to provide timely delivery of goods and plan accurately at the beginning of their activity for reducing their cost. The purpose of the present study is to provide strategies for the accurate prediction of the sale of new products considering the impacts of various marketing mix characteristics. For this purpose, new product diffusion models are used in this research. The models presented in this study for the prediction of sales and modeling new product diffusion have not been used in Iranian studies. First, various models for the diffusion of new products and their implementation are explained. Then, due to the weaknesses in the presented models in the context of simultaneous price and cost analysis of advertising, a model is presented that considers prices and advertising simultaneously in the diffusion of new products. These models are run using library data. By examining the coefficient of determination of the diffusion models, the results of the present study show that the model presented in this study is more suitable than the examined models. Finally, by analyzing the sensitivity to price and advertising, the proposed model is more sensitive to changes.

**Keywords:** Innovation, Advertising, Communication Channels, Word of Mouth, Diffusion Model.

### ارائه مدل انتشاری برای کالای جدید با در نظر گرفتن تأثیر هم‌زمان قیمت و تبلیغات

سید صادق علامه<sup>۱</sup>، مجید اسماعیلیان<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

m.esmaelian@ase.ui.ac.ir

### چکیده

یکی از مهم‌ترین عوامل بقای هر شرکت ارائه نوآوری و کالای جدید در زمان مناسب است. شرکت‌های نوپا نیز در آغاز فعالیت خود به ارائه به موقع کالا و برنامه‌ریزی دقیق نیاز دارند تا بدین وسیله هزینه‌های خود را کاهش دهند. هدف این پژوهش، ارائه راهکارهای پیش‌بینی دقیق فروش کالای جدید با در نظر گرفتن تأثیر مشخصه‌های مختلف آمیخته بازاریابی است؛ به همین منظور از مدل‌های انتشار کالای جدید در این پژوهش استفاده شده است. برای این منظور، ابتدا مدل‌های مختلف انتشار کالای جدید و نحوه اجرای آنها تبیین شده است و با توجه به ضعف‌های موجود در مدل‌های پیشین در زمینه بررسی هم‌زمان قیمت و هزینه تبلیغات، مدل پژوهش ارائه شده است که قیمت و تبلیغات را به صورت هم‌زمان در انتشار کالای جدید در نظر می‌گیرد. سپس با استفاده از داده‌های موجود در پژوهش‌های پیشین، مدل‌های انتشار پیشنهادی در این پژوهش اجرا می‌شود. برای تخمین ضرایب مدل‌های انتشار از روش تخمین OLS و الگوریتم بهینه‌سازی تجمع ذرات (PSO) استفاده شده است. در نهایت، نقاط قوت و وجه تمایز استفاده از الگوهای انتشار برای پیش‌بینی کالای جدید با دیگر روش‌های پیش‌بینی تشریح می‌شود و با بررسی ضریب تعیین الگوهای انتشار، برتری مدل ارائه شده در این پژوهش نشان داده می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** نوآوری، تبلیغات، کانال ارتباطی، ارتباطات کلامی، مدل انتشار.

## ۱- مقدمه

محققان، سال‌ها فرایند انتشار را بررسی کرده‌اند (مئاده و اسلام، ۲۰۰۶). امروزه فرایند انتشار کالای جدید و خدمات نوین به صورت فزاینده‌ای پیچیده و چندوجهی شده است (پرس، مولر و ماهاجان، ۲۰۱۰). انتشار، فرایندی است که طی آن نوآوری در طول زمان و از طریق برخی کانال‌ها به اعضای سیستم اجتماعی ابلاغ می‌شود. انتشار نوعی از تغییر اجتماعی است، به این معنی که تغییرات در آن در بستر سیستم اجتماعی رخ می‌دهد. باتوجه به این تعریف، انتشار ۴ شاخصه اصلی یعنی نوآوری (کالای جدید یا خدمت جدید)، مخبره شدن از طریق برخی کانال‌ها، زمان و اعضای سیستم اجتماعی دارد. این چهار مشخصه در همه پژوهش‌ها و مباحث مرتبط با انتشار تعریف شدنی هستند. نوآوری یعنی ایده، شیء یا هر خدمتی که شخص از آن تلقی جدید بودن داشته باشد. جدید تلقی شدن توسط یک شخص با واکنش فرد به آن مشخص می‌شود. اگر شخص به آن ایده احساس تازگی داشته باشد، نوآوری محسوب می‌شود (راجرز، ۲۰۱۰). یکی از مهم‌ترین مفاهیم در انتشار کالای جدید، ارتباطات کلامی است. ارتباطات کلامی، گفت‌وگویی است که درباره محصولات و خدمات بین افراد مستقل از شرکت عرضه کننده محصول یا خدمت انجام می‌شود. نکته اصلی در ارتباطات کلامی این است که این گفت‌وگوها بین افرادی انجام می‌شود که به نظر منفعتی از معرفی کالا یا خدمت مورد بحث می‌برند (آلایر، ۲۰۰۷). مدل‌های انتشار، مدل‌های ریاضی هستند که باتوجه به نمودارهای تجربی به دست آمده از فروش

کالاهای دیگر، روند فروش کالای جدید را بررسی می‌کنند. نوآوری هر ایده، شیء یا خدمتی است که شخص از آن تلقی نو بودن داشته باشد. موضوع مهم دیگری که در انتشار بررسی می‌شود، نقش ارتباطات کلامی است. منظور از ارتباطات کلامی، صحبت درباره کالاها و خدمات بین افراد مستقل از شرکت عرضه کننده است (پرس، مولر و ماهاجان، ۲۰۱۰).

باس (۱۹۶۹) نخستین مدل انتشار کالای جدید را معرفی کرده است. این مدل عامل‌های زمان، تأثیر ارتباطات کلامی و تأثیر تبلیغات خارج از سیستم اجتماعی را در انتشار کالای جدید مؤثر می‌داند. سپس مدل‌های انتشار مختلفی برای رفع مشکلات و محدودیت‌های موجود در مدل باس ارائه شدند. مدل رایبسون-لاخانی (۱۹۷۵) برای نخستین بار تأثیر قیمت‌گذاری در زمان بر انتشار کالا را بررسی کرد و مدل هورسکی و سیمون تأثیر هزینه تبلیغات انجام شده در زمان را به مدل باس اضافه کرد. باس، کریشن‌ان و جین (۱۹۹۳) مدل عمومی باس را ارائه کردند. این مدل با اضافه کردن ضریبی به مدل باس، تأثیر تغییر در مؤلفه‌های بازاریابی را بر انتشار کالای جدید بررسی کرده است. مدل‌های مبتنی بر مدل باس قسمت بیشتر پیشینه پژوهش‌های مربوط به مدل‌های انتشار را تشکیل می‌دهند. بررسی ناهمگنی بازار، محدودیت‌های سیستم توزیع، در نظر گرفتن تصادفی انتشار و... از جمله مدل‌هایی است که بر مبنای مدل باس ساخته شده‌اند. همچنین، برخی از پژوهش‌گران با نقد مدل باس، مدل‌های دیگری برای بررسی انتشار کالای جدید ارائه کرده‌اند (پرس، مولر و ماهاجان، ۲۰۱۰).

باس (۱۹۶۹) مدلی براساس تئوری انتشار برای پیش‌بینی فروش پیشنهاد داد. در همین راستا، ماهاجان و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۹۳) این مفهوم را تبیین می‌کند که انتشار براساس دو نوع تبلیغات اتفاق می‌افتد. یکی براساس تبلیغات بیرونی و رسانه‌ای که سازمان انجام می‌دهد و دیگری براساس تبلیغات درونی که همان ارتباطات کلامی بین مشتریان است؛ درحقیقت عده‌ای از طریق تبلیغات بیرونی انگیزه پذیرش کالا را به دست می‌آورند که به این دسته «نو‌آور»<sup>۴</sup> اطلاق می‌شود و عده‌ای از طریق ارتباطات کلامی و به‌توصیه دیگران به پذیرش کالا یا خدمات ترغیب می‌شوند که به آنها «مقلد»<sup>۵</sup> گفته می‌شود (ماهاجان و همکاران، ۱۹۹۳)

هدف مدل انتشار، نمایش افزایش پی‌درپی تعداد پذیرندگان در طول زمان و پیش‌بینی ادامه روند پیش روی انتشار موجود است. مهم‌ترین مدل‌های اولیه ارائه‌شده برای انتشار کالای جدید در بازار، مدل‌های باس (۱۹۶۹)، فورت و وودلاک<sup>۶</sup> (۱۹۶۰) و مانسفیلد<sup>۷</sup> (۱۹۶۱) هستند. این مدل‌ها بیشتر جنبه‌های نفوذ و اشباع روند انتشار را بررسی کرده‌اند (باس، ۱۹۶۹).

قسمت عمده‌ای از پیشینه پژوهش را مدل‌های مبتنی بر مدل باس تشکیل می‌دهد. مدلی که باس ارائه کرده است، مفروضات اساسی زیر را دارد:

نخستین فرض این است که در مدل باس جامعه خریداران بالقوه، به صورت تجمعی و با مؤلفه  $m$  در نظر گرفته می‌شوند. این بدین معناست که جامعه به صورت همگن و با ارتباطات کامل در نظر گرفته شده است.

مدل‌های انتشار به‌مرور زمان تکمیل شد و معایب آن تا حدی برطرف شده است؛ اما با اینکه از لحاظ زمانی توجه به مدل انتشار سابقه‌ای طولانی دارد، از لحاظ محتوایی و توجه به این حوزه، پرسش‌های بسیاری بدون جواب مانده‌اند (ژانگ و وروبیچیک، ۲۰۱۶). یکی از مشکلات موجود در مدل‌های انتشار، در نظر نگرفتن تأثیرات قیمت و هزینه تبلیغات انجام‌شده در زمان‌های مختلف بر انتشار کالا یا خدمات جدید است. هدف این پژوهش ارائه مدلی است که بتواند تأثیر توأمان قیمت‌گذاری و هزینه تبلیغات را در هر زمان بر نحوه انتشار کالا یا خدمات جدید بسنجد و پس از انجام برآزش با نمودارهای فروش، از تحلیل حساسیت مدل برای انجام تغییرات اصلاحی استفاده کند. پس از ارائه مدل جدید، بین مدل پیشنهادشده و مدل‌های مختلف انتشار مقایسه‌ای انجام شده است. برای این منظور، مدل‌های معرفی‌شده با داده‌های فروش سه نوع کالا (دستگاه تهویه، تلویزیون رنگی و ماشین لباس‌شویی) بررسی شدند. برای تخمین ضرایب موجود در مدل‌ها از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO) با هدف حداقل کردن مجموع مربعات خطا (SSE) استفاده می‌شود. با استفاده از این داده‌ها چهار مدل از مدل‌های انتشار موجود در پیشینه پژوهش اجرا و با یکدیگر و مدل ارائه‌شده در این پژوهش مقایسه می‌شوند.

در ادامه، ابتدا پیشینه پژوهش به صورت کامل و سپس روش اجرای کار و نتایج حاصل از آن ارائه می‌شود.

## ۱-۲- پیشینه پژوهش

5imitator  
6Woodlock and Fourt  
7Mansfield

1. particle swarm optimization  
2. sum square error  
3. Mahajan et al.  
4. innoavtor

شروع با قیمت متوسط، سپس افزایش قیمت و در ادامه کاهش قیمت است (رایبسون و لاکسانی، ۱۹۷۵). یکی دیگر از مؤلفه‌های مؤثر بر انتشار کالای جدید، هزینه تبلیغات آن است. باس اثر میزان هزینه تبلیغات در هر زمان را بر انتشار کالای بررسی نکرده است. هورسکی و سیمون<sup>۲</sup> (۱۹۸۳)، تأثیرات تبلیغات بر احتمال اتخاذ را به مدل باس اضافه کردند (هورسکی و سیمون، ۱۹۸۳). باس و همکاران (۱۹۹۴) مدل عمومی باس (GBM) را ارائه کردند. در این مدل، بازاریابی چندمتغیره به مدل قبلی باس (مدل انتشار کالای جدید) اضافه شده است. آنها در این مدل تأثیرات قیمت و تبلیغات را به مدل قبلی اضافه کردند. یکی دیگر از عوامل مؤثر بر سرعت و نحوه انتشار کالای جدید، سیستم توزیع کالا و محدودیت‌های موجود در آن است (باس و همکاران، ۱۹۹۴). جین، ماهاجان و مولر<sup>۳</sup> (۱۹۹۱)، محدودیت‌های ظرفیت کالا یا سیستم توزیع رویه انتشار را مدل سازی کردند (جین و همکاران، ۱۹۹۱). ماهاجان و مولر (۱۹۸۳) مدل باس را برای حالتی توسعه می‌دهد که تأثیرات به صورت یک‌نواخت نباشند. باس در مدل خود تمام متغیرهای ورودی را به صورت ثابت در نظر می‌گیرد (ماهاجان و مولر، ۱۹۸۳). کیم و هنگک<sup>۴</sup> (۲۰۱۵) مدل باس را برای رویکرد تصادفی توسعه می‌دهند. آنها در پژوهش خود با اصلاحاتی بر مدل باس، مدلی را به نام مدل باس با یکپارچه سازی ثابت ارائه کرده است که به وضعیت مرحله اولیه ورودی‌ها محدود نیست (کیم و هنگک، ۲۰۱۵). تاشیرو<sup>۵</sup> (۲۰۱۶) در مدل خود این نکته را در نظر می‌گیرد که افراد برای پذیرش کالای جدید

یکی دیگر از مفروضات مدل باس این است که در هر لحظه از زمان دو دسته از افراد به بازار کالا افزوده می‌شوند؛ یک دسته افرادی که براساس تأثیر تبلیغات جمعی شامل انواع رسانه‌های موجود در بازار، خریدار کالای ارائه شده می‌شوند (مؤلفه p) و بخشی از افراد که به علت تأثیر ارتباطات کلامی خریدار کالا می‌شوند (مؤلفه q). آخرین فرض موجود در مدل باس این است که احتمال خریدار شدن شخص در بازار به صورت احتمال خطی است (پرس، مولر و ماهاجان، ۲۰۱۰). در ادامه انواع مدل‌های انتشار مبتنی بر مدل باس بررسی می‌شوند.

## ۲-۲- انواع مدل‌های انتشار

در این قسمت سیر مدل‌های انتشار موجود در پیشینه پژوهش ارائه می‌شود. در جدول (۱) مدل‌ها به صورت مختصر ارائه شده‌اند. نخستین مدل ریاضی ارائه شده انتشار در پیشینه پژوهش مدل باس است. این مدل روند انتشار را به خوبی نشان داده است. باس با ترکیب مدل فورت و وودلاک (۱۹۶۰) و مدل مانسفیلد (۱۹۶۱) مدلی را پیشنهاد داده است. این مدل با در نظر گرفتن هم‌زمان تأثیرات رسانه و تبلیغات از طریق ارتباطات کلامی، انتشار کالا در بازار را مدل سازی می‌کند (باس، ۱۹۶۹).

یکی از مؤلفه‌های مؤثر بر انتشار کالا در سیستم اجتماعی، قیمت آن کالا است. این مؤلفه در مدل سازی مدل باس در نظر گرفته نشده است. رایبسون و لاکسانی<sup>۱</sup> (۱۹۷۵) نخستین کسانی هستند که تأثیر قیمت گذاری را به مدل باس اضافه کردند. آنها با بهینه سازی راهبرد قیمت گذاری، نشان دادند بهترین سیاست قیمت گذاری

4. Kim & Hong  
5. Teshiro

1. Robinson & Lakhani  
2. Harsky & Simon  
3. Jain, Mahajan, Muller

نام نویسنده	سال ارائه مدل	ویژگی مدل
باس	۱۹۶۹	در نظر گرفتن ارتباطات کلامی
رابینسون و لاکسانی	۱۹۷۵	در نظر گرفتن تأثیر قیمت
هورسکی و سیمون	۱۹۸۳	در نظر گرفتن تأثیر تبلیغات
ماهاجان و مولر	۱۹۸۳	در نظر گرفتن ناهمگنی
اولسون و چوی	۱۹۸۵	در نظر گرفتن فروش جایگزین
کاماگورا و بالاسوبرامانیان	۱۹۸۸	بررسی انتشار کالای بادوام
جین، ماهاجان و مولر	۱۹۹۱	در نظر گرفتن محدودیت سیستم توزیع
باس، کریشنان و جین	۱۹۹۳	در نظر گرفتن تأثیر تغییر مؤلفه‌های بازاریابی
استفنس	۲۰۰۲	در نظر گرفتن چند واحد کالای بادوام
عابدی و همکاران	۲۰۱۳	در نظر گرفتن اثر مکان‌یابی و راهبرد بازاریابی
کیم و هنگ	۲۰۱۵	در نظر گرفتن شروع تصادفی

باید با چند نفر از پذیرندگان کالا ارتباط برقرار کنند و تبلیغات بیشتری را ببینند (تاشیرو، ۲۰۱۶). یکی دیگر از تفاوت‌هایی که باید در انتشار کالاهای جدید در نظر گرفته شود، طول عمر و مدت استفاده از آن کالا است. برخی از کالاها طول عمر یا مدت استفاده کوتاهی دارند. کاماکورا و بالاسوبرامانیان<sup>۱</sup> (۱۹۸۸) مدلی عمومی برای کالاها با زمان استفاده بلندمدت (مانند لوازم خانگی برقی برای خانوارها) پیشنهاد کردند (کاماگورا و بالاسوبرامانیان، ۱۹۸۸).

یکی از مهم‌ترین نقدهای موجود به مفروضات مدل باس، برابر در نظر گرفتن هر خرید با یک مشتری جدید است. برای رفع این مشکل اولسون و چوی<sup>۲</sup> (۱۹۸۵) پیشنهاد دادند فروش به دو قسمت پذیرش اولیه و فروش‌های دوباره (جایگزین) تجزیه شود (اولسون و چوی، ۱۹۸۵). همچنین استفنس<sup>۳</sup> (۲۰۰۲) مدلی را برای پذیرش چندواحدی کالاهای بادوام ارائه و آزمایش کرد. او مالکیت اولین واحد کالا را با مدل باس همراه با ظرفیت جمعیتی پویا ارائه داد. عابدی و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) در پژوهش خود مدلی ارائه می‌دهند که انتشار تقاضا در بازارهای چندگانه یا چندبخشی را بررسی می‌کند. این مدل که به آن مدل عمومی نرخ شکست متناسب با مکان‌یابی<sup>۵</sup> GPHRL گفته می‌شود از تجمیع مدل‌های انتشار برگرفته شده است. آنها در مطالعه خود مباحث مکان‌یابی را به مدل عمومی ارائه‌شده اضافه می‌کنند و مدل خود را با نام مدل عمومی نرخ شکست متناسب با مکان‌یابی ارائه می‌کنند (عابدی و همکاران، ۲۰۱۴).

#### جدول ۱- انواع مدل‌های انتشار

4. Abedi et al  
5. General Proportional Hazard Rate Location

1. Kamakura & Balasubramanian  
2. Bon & Choi  
3. Steffens

مدل سلسله‌مراتبی باس، تعداد ارتباطات مورد نیاز جهت پذیرش	۲۰۱۵	تأثیر و
--	------	---------

باتوجه به بررسی پیشینه پژوهش نتیجه می‌شود که مدل‌های انتشار رفتار کالای جدید را تخمین می‌زنند و آن را پیش‌بینی می‌کنند. همچنین، این مدل‌ها با تغییرات برای کالاهای متفاوتی استفاده شده‌اند؛ اما هنوز مدلی ارائه نشده است که بتواند تأثیرات مستقیم قیمت‌گذاری و تبلیغات در هر زمان را بر نحوه انتشار کالای جدید بررسی کند.

## ۲- روش پژوهش

مدل عمومی باس تغییرات قیمت‌گذاری و تغییرات در هزینه تبلیغات را در نظر می‌گیرد و در صورتی که قیمت یا هزینه تبلیغات ثابت باشد، این مدل به مدل باس تبدیل می‌شود و حساسیت به قیمت و تبلیغات را از دست می‌دهد. از طرف دیگر، در مدل رایبسون-لاخانی تنها قیمت کالا و در مدل هورسکی و سیمون تنها هزینه تبلیغات در نظر گرفته شده است. از مدل‌هایی که قیمت و هزینه تبلیغات را هم‌زمان در نظر می‌گیرد، مدل جولاند (۱۹۹۳) است. با اجرای مدل پیشنهادی جولاند مشاهده می‌شود میزان خطا در پیش‌بینی فروش کالای جدید بیشتر از مدل‌های رایبسون-لاخانی، هورسکی و سیمون و مدل عمومی باس است؛ به همین علت، در این پژوهش مدلی ارائه می‌شود که قیمت فروش و هزینه تبلیغات را هم‌زمان در نظر می‌گیرد و مجموع مربعات خطای (SEE) کمتر و برازش بهتری بر اساس شاخص ضریب تعیین نسبت به سایر مدل‌های بحث شده در این پژوهش دارد.

با شروع انتشار کالای جدید، ابتدا کسانی کالای

خریداری می‌کنند که در انتظار ارائه چنین کالایی هستند. این افراد، نوآور شناخته می‌شوند. این افراد قسمتی از بازار اولیه ارائه کالای جدید را به خود تخصیص می‌دهند. در این مدل، این بخش از خریداران با  $P.m$  مشخص می‌شود. بخش دیگری از خریداران کسانی هستند که در صورت رسیدن ارتباطات کلامی به آنها اقدام به خرید کالا می‌کنند. نکته مهم درباره این دو بخش از خریداران ارتباط نداشتن خرید این افراد به خرید دیگران است. افرادی که با تبلیغات خرید می‌کنند با  $m.b.\ln(A_t)$  نشان داده شده است؛ اما در بخش دوم مدل، تأثیر ارتباطات کلامی بر فروش دیده شده است. در این بخش، افراد در صورتی به خرید اقدام می‌کنند که دیگران قبل از آنها خرید کرده باشند، از خرید خود راضی باشند و این رضایت را به این افراد منتقل کرده باشند. برای صحیح نشان دادن این بخش در مدل، تأثیر خریدهای اولیه یعنی ترکیب افراد نوآور و تأثیر تبلیغات از ضریب تأثیر خریدهای قبلی بر خرید جدید کاسته می‌شود و به صورت  $Y(t) = q - p.b.\ln(A_t)$  نشان داده شده است؛ اما افرادی هستند که هرچند در معرض ارتباطات کلامی قرار می‌گیرند، باز هم به خرید اقدام نمی‌کنند. برای توضیح این افراد در مدل از رابطه  $\frac{q}{m} Y_t^2$  استفاده شده است. اگر  $F(t)$  احتمال تجمعی فروش تا لحظه  $t$  باشد، احتمال تجمعی این دسته از افراد به صورت  $q.F_t^2$  به دست می‌آید. برای به دست آوردن تعداد این دسته از افراد، این رابطه در حجم بازار ضرب می‌شود و رابطه  $m.q.F_t^2$  در نهایت با در نظر گرفتن  $m.F_t = Y_t$  رابطه استفاده شده در مدل به دست می‌آید. در نهایت باتوجه به اینکه قیمت‌گذاری بر کل مسیر انتشار کالای جدید اثرگذار است، ضریب تأثیر قیمت  $e^{-kP(t)}$  در کل روابط موجود ضرب می‌شود.

باتوجه به این توضیحات، مدل ارائه شده در این پژوهش به صورت رابطه زیر است:

$$S(t) = (p.m + m.b.\ln(A_t) + (q - p.b.\ln(A_t)))Y_t - \frac{q}{m}Y_t^2 e^{-k.P_t}$$

$m$ : حجم بازار ارائه کالای جدید	$P$ : ضریب افراد نوآور
$P_t$ : میزان قیمت کالا در زمان $t$ .	$q$ : ضریب افراد مقلد
$A_t$ : میزان هزینه تبلیغات در زمان $t$ .	$Y_t$ : فروش تجمعی تا زمان $t$ .
$b$ : ضریب تأثیر میزان هزینه تبلیغات بر انتشار کالای جدیدی	
$k$ : ضریب تأثیر قیمت گذاری بر انتشار کالای جدید	

### ۳- تحلیل داده‌ها

با استفاده از داده‌های موجود در پژوهش باس، جین و کریشنان (۱۹۹۴) مدل‌های ارائه شده در این پژوهش، اجرا و مؤلفه‌های مدل تخمین زده شده است. این سه گروه داده مجزا، شامل داده‌های فروش ۱۳ سال دستگاه تهویه، ۱۰ سال تلویزیون رنگی و ۱۳ سال ماشین لباس شویی است. در این نمونه‌ها قیمت و هزینه تبلیغات در هر سال آورده شده و بخشی از داده‌ها در جدول (۲) نشان داده شده است.

این مدل را می‌توان جزئی از مدل‌های مبتنی بر مدل باس دانست. این مدل نیز مانند دیگر مدل‌های مبتنی بر مدل باس به تخمین ضرایب وابسته است. برای اجرای این مدل به تخمین ۵ ضریب نیاز است؛ شامل ضریب افراد نوآور، ضریب افراد مقلد، ضریب تأثیر تبلیغات، ضریب تأثیر قیمت و حجم بازار. برای تخمین این ضرایب از الگوریتم PSO استفاده می‌شود. برای این منظور، جمعیت اولیه ۱۰۰۰ رشته انتخاب و ضرایب کارا یعنی ضریب سرعت برابر با ۰,۷۲۹۸ و ضریب وزن‌ها برابر ۱,۴۹۶۲، در نظر گرفته شده است.

جدول ۲- داده‌های مربوط به فروش دستگاه تهویه

سال	فروش	قیمت	تبلیغات
۱	۹۶	۴۱۰	۱
۲	۱۹۵	۳۷۰	۱
⋮	⋮	⋮	⋮
۱۲	۱۵۸۰	۲۷۵	۲۲
۱۳	۱۵۰۰	۲۵۹	۲۲

این روش استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد الگوریتم PSO و روش OLS جواب‌های مشابهی داشته‌اند.

همان‌گونه که ذکر شد، در این پژوهش برای تخمین مؤلفه‌ها در مدل‌ها از الگوریتم PSO استفاده می‌شود. در مدل‌هایی که امکان استفاده از روش OLS بود، از

نتایج اجرای پنج مدل با هر سه مجموعه داده در جدول (۳) نشان داده شده است.

### جدول ۳- نتایج اجرای داده‌ها با مدل‌های انتشار

ضریب m	ضریب تعیین $R^2$	ضریب تأثیر تبلیغات	ضریب تأثیر قیمت گذاری	ضریب تأثیر ارتباطات کلامی	ضریب ثابت	نام مؤلفه نام مدل
۱۷۰۹۱	۰,۸۹۵۰	-	-	۰,۴۰۴۹	۰,۰۱۷	مدل باس (تهویه)
۱۶۹۹۰	۰,۸۷۹۶	-	۰,۰۰۲۱	۰,۶۹۴۵	۰,۰۵۰۳	مدل رایبسنون-لاخانی (تهویه)
۱۷۰۹۱	۰,۹۱۴۳	۱,۹۸۲۵e-۵	-	۰,۰۱۱۹	۰,۰۰۶۳۸	مدل تأثیر تبلیغات (تهویه)
۱۹۴۰۹	۰,۹۶۴۲	۷,۵۶۱۸	-۵۰	۰,۰۰۳۴	۰,۰۰۱۵	مدل عمومی باس (تهویه)
۸۳۴۱	۰,۹۷۶۴	۰,۹۲۶۳	۰,۰۰۸۵	۰,۱۰۹۹	۰,۳۱۷۴	مدل پیشنهادی قیمت و تبلیغات (تهویه)
۳۵۵۰۵	۰,۹۴۹۳	-	-	۰,۷۲۴۱	۰,۰۱۶۲	مدل باس (تلویزیون رنگی)
۳۵۷۴۶	۰,۹۵۳۸	-	۰	۰,۷۰۶	۰,۰۲	مدل رایبسنون-لاخانی (تلویزیون رنگی)
۳۵۷۴۶	۰,۹۵۹۷	۱,۸۶۱۳e-۵	-	۰,۰۱۳۴	۰	مدل تبلیغات (تلویزیون رنگی)
۳۴۸۹۳	۰,۹۵۴۶	۰,۰۱۵	۰	۰,۶۱۹۴	۰	مدل عمومی باس (تلویزیون رنگی)
۳۳۵۶۲	۰,۹۵۸۲	۰	۸	۰,۰۷۸۳	۰,۰۱۴۹	مدل قیمت و تبلیغات (تلویزیون رنگی)
۱۷۴۰۲	۰,۹۳۷۸	-	-	۰,۳۱۱۰	۰,۰۱۰۸	مدل باس (لباس شویی)
۱۴۷۷۶	۰,۹۲۴۹	-	۰,۰۰۵۳۳	۱	۰,۰۸۹۵	مدل رایبسنون-لاخانی (لباس شویی)
۱۷۴۰۲	۰,۹۲۵۳	۱,۳۴۲e-۵	-	۰,۰۱۱۶	۰,۰۱۳۱	مدل تبلیغات (لباس شویی)
۱۶۰۲۸	۰,۹۳۷۷	۰,۵۸۷۵	-۴,۱۷۳۶	۰,۰۱۰۱	۰,۰۰۹۴	مدل عمومی باس (لباس شویی)
۱۲۱۳۷	۰,۹۴۰۶	۰,۰۷۴۷	۰,۰۰۶۷	۰,۸۶۶۱	۰,۰۹۳۶	مدل قیمت و تبلیغات (لباس شویی)

انتشار کالای جدید بررسی شده است. بدین منظور، ابتدا قیمت‌گذاری انجام شده تغییر داده می‌شود. گفتنی است این اعداد در گستره بیشترین و کمترین میزان قیمت‌گذاری شرکت در نظر گرفته شده است و شامل سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری افزایشی-کاهشی (ابتدا افزایش سپس کاهش) است. مدل اول قیمت‌گذاری، دقیقاً برعکس مدلی است که سازمان در واقعیت انجام داده است. مدل دوم سناریوی شروع با قیمت پایین، سپس افزایش قیمت و در نهایت کاهش اندک قیمت، مدل سوم شروع با قیمت زیاد و سپس کاهش قیمت، مدل چهارم شروع با قیمت متوسط، افزایش قیمت و کاهش زیاد قیمت است و مدل پنجم و ششم سیاست‌های قیمت‌گذاری ثابت را نشان می‌دهند. برای روش‌های مختلف قیمت‌گذاری هر سه

جدول (۳) به خوبی نشان‌دهنده قدرت هر کدام از مدل‌ها در تخمین نحوه انتشار کالای جدید است. در هر کدام از کالاهای مختلف، مدل پیشنهادی این پژوهش با رنگ دیگری نشان داده شده است. در صورتی که بر مبنای ضریب تعیین ( $R^2$ ) مقایسه انجام شود، در جدول کالای لباس شویی و تهویه، بهترین عملکرد را در مدل پیشنهادی داشته است.

#### ۳-۱- بررسی حساسیت مدل

پس از اجرای مدل‌های مختلف، حساسیت مدل‌ها به تغییر در قیمت‌گذاری و هزینه تبلیغات برای مقایسه قدرت مدل‌ها در تعیین روند انتشار کالای جدید بررسی می‌شود.

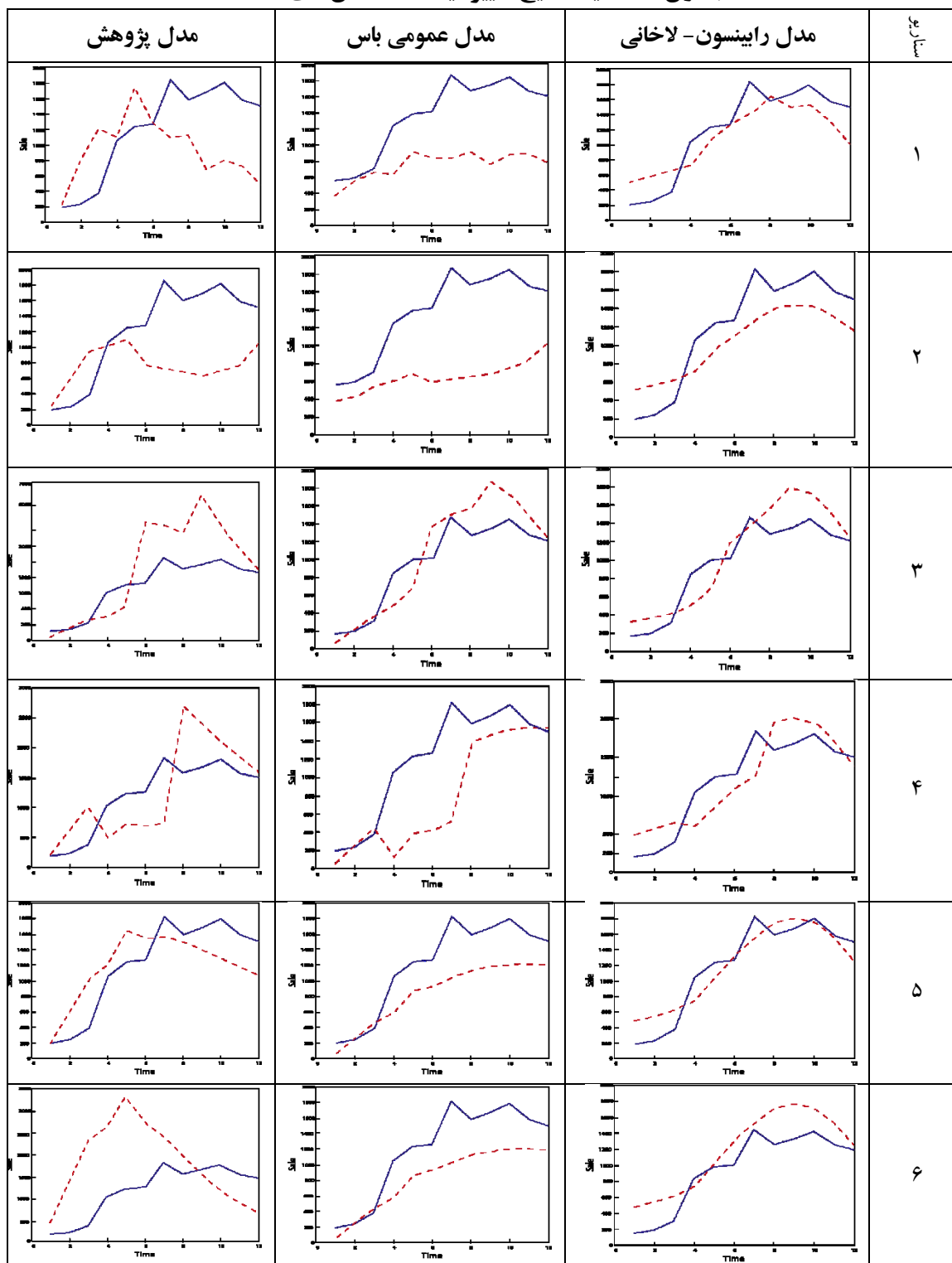
##### ۳-۱-۱- بررسی حساسیت انتشار به قیمت‌گذاری

ابتدا روش‌های مختلف قیمت‌گذاری و تأثیر آن بر



مدل اجرا شدند و نتایج به دست آمده برای مقایسه در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- مقایسه نتایج تغییر قیمت در مدل‌های مختلف



همچنین، با مقایسه روش پنجم و ششم می‌توان به ضعف موجود در مدل عمومی باس پی برد. چون در این دو

در جدول ۴ مشاهده می‌شود در روش قیمت‌گذاری رسوم همه مدل‌ها افزایش فروش را پیش‌بینی کرده‌اند.

روش، قیمت گذاری به صورت ثابت انجام شده است، مدل عمومی باس برای هر دو قیمت ثابت یک الگوی پیش بینی ارائه داده است. همچنین، با دقت در مدل رایبسون-لاخانی در تمامی روش های قیمت گذاری، می توان به این نتیجه رسید که مدل رایبسون-لاخانی بیشتر از حساسیت بر قیمت گذاری بر الگو سازی روند ثابت اوج گرفتن، به اوج رسیدن و افول کالای جدید تأکید دارد. مدل ارائه شده در این پژوهش، به قیمت گذاری کاملاً حساسیت نشان می دهد و هر گونه تغییر در قیمت گذاری را می توان با این مدل در نحوه انتشار کالا مشاهده کرد. این محاسبات برای دو مجموعه داده دیگر نیز انجام گرفت و نتایج آن تصدیق کننده نتایج به دست آمده بود.

### ۲-۱-۳- بررسی حساسیت انتشار به هزینه تبلیغات

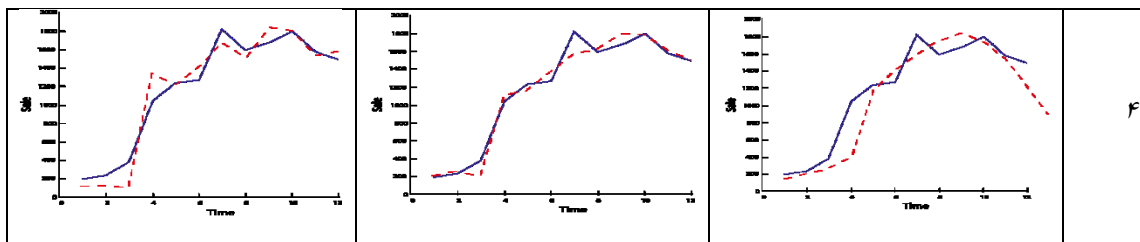
یکی دیگر از مؤلفه های مؤثر در انتشار کالای جدید، هزینه ای است که شرکت برای انجام تبلیغات آن کالا انجام می دهد. برای بررسی حساسیت انتشار کالای جدید به هزینه تبلیغات، روش های مختلف تخصیص هزینه برای تبلیغات بررسی شدند.

مدل اول افزایشی، مدل دوم کاهششی، مدل سوم سیاست هزینه ثابت با حداکثر هزینه برای تبلیغات، مدل چهارم سیاست هزینه ثابت با حداقل هزینه تبلیغات و مدل پنجم مدل پلکانی افزایشی است.

مدل های هورسکی و سیمون، عمومی باس و مدل ارائه شده در این پژوهش اثر هزینه تبلیغات در انتشار کالای جدید را در نظر می گیرند. با اجرای مدل برای روش های مختلف هزینه تبلیغات، جدول ۵ به دست می آید.

جدول ۵- مقایسه نتایج تغییر تبلیغات در مدل های مختلف

مدل ارائه شده در پژوهش	مدل عمومی باس	مدل رایبسون-لاخانی	سناریو
			۱
			۲
			۳



با مقایسه مدل ۳ و ۴ در جدول ۵ مشاهده می‌شود مدل عمومی باس در صورت ثابت بودن هزینه تبلیغات، نمی‌تواند مدل را به خوبی نشان دهد. با بررسی هر چهار مدل در شکل ۲ مشاهده می‌شود مدل هورسکی و سیمون بیشتر از تأکید بر هزینه تبلیغات، بر حفظ روند فروش کالای جدید تأکید دارد. این محاسبات برای دو مجموعه داده دیگر نیز انجام شده است و نتایج به دست آمده مؤید نتایج این مجموعه داده هستند.

#### ۴- بحث و نتیجه گیری

باتوجه به اهمیت بررسی کالای جدید برای سازمان‌ها و شرکت‌ها، در این پژوهش مدل‌های انتشار معرفی شدند که می‌توانند روند فروش کالای جدید را بررسی کنند. با استفاده از مدل‌های انتشار، راهبردهای بازاریابی برای هر کالا و جامعه بینه‌سازی می‌شود. با این کار، علاوه بر کاهش هزینه‌های بازاریابی، زمان رسیدن به اوج برای کالای جدید به گونه‌ای تنظیم می‌شود که فاصله بین نقاط اوج کالاها یک شرکت برای شرکت‌هایی که تنوع محصول یا سرعت تغییر در آنها زیاد است، فاصله مناسبی باشد تا از ظرفی شرکت سهم بازار را از دست ندهد و از طرف دیگر، فروش کالای فعلی را تحت الشعاع قرار ندهد.

مدل‌های انتشار در طول زمان بهتر شده‌اند و با در نظر گرفتن تأثیر مؤلفه‌های بازاریابی در مدل‌سازی

انتشار، توانسته‌اند خطای پیش‌بینی را کمتر کنند. اگر اطلاعات فروش شامل قیمت گذاری برای محصول هزینه تبلیغات انجام شده در هر بازه زمانی برای محصول باشد، می‌توان از مدل‌های جدیدتری در این زمینه استفاده کرد که دارای اثربخشی بیشتر و خطای کمتری در پیش‌بینی هستند.

در پژوهش‌هایی که تاکنون در ایران انجام شده است، از مفاهیم کیفی تئوری انتشار (ارائه شده توسط راجرز) استفاده و سعی شده است ویژگی‌های مؤثر بر انتشار کالا به دست آید. در این پژوهش، مدل‌های ریاضی انتشار بررسی و در آنها مدلی برای بهبود پیش‌بینی الگوی انتشار کالای جدید ارائه شد.

مدل انتشار باس مفروضات و محدودیت‌هایی داشت. مدل‌هایی که مبتنی بر مدل باس و در مرور زمان ارائه شدند، به دنبال رفع معایب این مدل بودند و هر کدام قسمتی از مدل را بهبود دادند. نه محدودیت اصلی در مدل باس موجود است؛ نخستین فرض، ثابت بودن ظرفیت بازار برای کالای جدید در طول زمان است. برای رفع این محدودیت، کالیش (۱۹۸۵) ظرفیت بازار را تابعی از قیمت کالا و کاهش بی‌اطمینانی وابسته به فروش کالا در نظر گرفت. ماهاجان و پترسون (۱۹۷۸) ظرفیت بازار را تابعی از رشد تعداد خانوارها، شریف و رامانان (۱۹۸۱) تابعی از رشد جمعیت، دیگران ظرفیت بازار را تابعی از قیمت، سودآوری کالا، رشد تعداد

خرده‌فروشی‌های فروشنده کالا، تابع توزیع درآمد، قیمت و بی‌اطمینانی کالا در نظر گرفته‌اند. فرض دیگر این مدل، استقلال انتشار یک نوآوری از دیگر نوآوری‌های موجود است. برای برداشتن این فرض پترسون و ماهاجان (۱۹۷۸) و بایوس (۱۹۸۷) مدل انتشار مشروط را ارائه کردند که انتشار بین دو کالای وابسته را بررسی می‌کند. در این نوع انتشار، ظرفیت بازار به انتشار کالای قبلی وابسته است. ثابت ماندن ماهیت نوآوری در طول زمان نیز یکی دیگر از فرض‌های مدل باس است. برای در نظر گرفتن این بحث، در مدل انتشار نورتون و باس (۱۹۸۷) مدلی ارائه شد که انتشار دو نوع اصلی مدارهای مجتمع (IC)، حافظه و مدارهای منطقی را بررسی کرد. ثابت بودن مرزهای جغرافیایی سیستم اجتماعی در طول انتشار نیز یکی از فرض‌های مدل باس است. فرض دیگر در مدل باس صفرویک در نظر گرفتن فرایند انتشار است. در حقیقت طبق این فرض، افراد یا پذیرنده نوآوری هستند یا نیستند. اکثر پژوهش‌گرانی که بر این فرض کار کرده‌اند، مدل‌های سه‌بخشی را ارائه کرده‌اند و افراد را در برابر فناوری دارای سه نگرش مثبت، منفی و در جست‌وجوی اطلاعات تعریف کرده‌اند. فرض دیگر مدل باس، تأثیر نپذیرفتن انتشار نوآوری از راهبردهای بازاریابی است. برای این فرض پژوهش‌های مختلفی از جمله پژوهش رابینسون-لاخانی، هورسکی-سیمون و... انجام شده است؛ این پژوهش در راستای برطرف کردن این اشکال در مدل باس انجام شده است. فرض بعدی تأثیر نپذیرفتن انتشار از ویژگی‌های کالا و بازار است. طبق پژوهش‌های انجام‌شده، ویژگی‌های کالا و ویژگی‌های بازار بر مدل انتشار کالای جدید تأثیر زیادی دارد. پژوهش‌گرانی که بر این حوزه پژوهش انجام داده‌اند، تأثیر ویژگی محصول و ویژگی بازار را با استفاده از تغییر در ضرایب

تأثیر خارجی یا داخلی به مدل اضافه کرده‌اند و برای ادراک ذهنی مشتری از کالا، ضریب افراد مقلد را در مدل باس تغییر داده‌اند. یکی دیگر از محدودیت‌های مدل باس توجه نکردن به محدودیت‌های پشتیبانی است. چون مدل انتشار از جمله مدل‌های بررسی تقاضاست، توجه به امکان پشتیبانی از تقاضا در این مدل‌ها مهم است. مدل جین، ماهاجان و مولر (۱۹۹۱) که در جدول ۱ ارائه شده است، این فرض را بررسی می‌کند. فرض بعدی مدل باس درباره خریداران است؛ در واقع در این مدل فرض بر این است که هر خریدار فقط یک کالا خریداری می‌کند.

همان‌طور که در بخش تحلیل داده‌ها مشاهده شد، مدل ارائه‌شده در این پژوهش با توجه به مفروضات موجود بهتر از دیگر مدل‌های بحث‌شده روند فروش کالای جدید را پیش‌بینی می‌کند. این نکته از مقایسه ضریب تعیین به دست آمده از برازش داده‌ها به دست می‌آید. در تحلیل حساسیت به قیمت و تبلیغات، مدل‌های قدیمی مانند مدل رابینسون-لاخانی و مدل هورسکی-سیمون بیشترین تأکید را بر حفظ شکل نمودار رشد کالای جدید داشتند، مدل عمومی باس نیز در مواردی که قیمت یا هزینه تبلیغات تغییر چندانی نداشتند، به خوبی عمل نکرد؛ به طوری که در مواردی که از سیاست قیمت‌گذاری یا هزینه تبلیغات ثابت استفاده شد، برای تمام قیمت‌ها و تمام هزینه‌های تبلیغات روند انتشار ثابتی را نمایش می‌داد؛ اما مدل ارائه‌شده در این پژوهش به خوبی تغییرات قیمت و هزینه تبلیغات را در روند انتشار کالای جدید نمایش می‌دهد.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی، توسعه مفروضات مدل پیشنهادی برای انطباق با شرایط واقعی و کاربردی است. این توسعه می‌تواند شامل در نظر گرفتن تأثیر رقبا، نوآوری‌های دیگر موجود در بازار، ماهیت بازار، ماهیت

*Technological Forecasting and Social Change*, 95, 120–134.

9. Mahajan, V., Muller, E. & Bass, F. M. (1993). New product diffusion models. *Handbooks in Operations Research and Management Science*, 5, 349-408.
10. Mahajan, V., Muller, E., & Wind, Y. (Eds.) (2000), New-product diffusion models (Vol. 11), *Springer Science & Business Media*.
11. Mansfield, E. (1961). Technical change and the rate of imitation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 26(4), 741–766.
12. Olson, J., & Choi, S. (1985). A product diffusion model incorporating repeat purchases. *Technological Forecasting and Social Change*, 27(4), 385-397.
13. Peres, R., Muller, E., & Mahajan, V. (2010), Innovation diffusion and new product growth models: A critical review and research directions, *International Journal of Research in Marketing*, 27(2), 91-106.
14. Robinson, B., & Lakhani, C. (1975). Dynamic price models for new-product planning. *Management Science*, 21(10), 1113-1122.
15. Rogers, E. M. (2010), *Diffusion of innovations*, Simon and Schuster.
16. Steffens, P. R. (2003). A model of multiple-unit ownership as a diffusion process. *Technological Forecasting and Social Change*, 70(9), 901–917.
17. Tashiro, T. (2016). Hierarchical Bass model: A product diffusion model considering a diversity of sensitivity to fashion. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 461, 824-832.
18. Zhang, H. & Vorobeychik, Y. (2019). Empirically grounded agent-based models of innovation diffusion: A critical review, *Artificial Intelligence Review*, 10, 1-35.

نوآوری و تفاوت بین بازاریابی مستقیم و غیرمستقیم در مدل انتشار باشد.

همچنین، با توجه به این نکته که در مدل‌های انتشار ضرایب مؤثر یعنی ضریب افرادی که بر اساس تبلیغات جمعی خریدار محصول جدید می‌شوند (p) و افرادی که بر اثر ارتباطات کلامی خریدار محصول خواهند شد (q)، تحت تأثیر شرایط فرهنگی-اجتماعی و نوع محصول هستند، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی بر آورد این ضرایب بر اساس داده‌های موجود در بازار ایران انجام شود تا بتوان از آن در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی استفاده کرد و بدین وسیله صحت عملکرد مدل‌ها در شرایط واقعی و بومی کشور ایران آزمود.

#### منابع

1. Abedi, V. S., Berman, O., & Krass, D. (2014). Supporting new product or service introductions: Location, marketing, and word of mouth. *Operations Research*, 62(5), 994-1013.
2. Aire, C. A. (2007). Word-of-mouth marketing: Abandoning the academic library ivory tower. *New Library World*, 108(11/12), 545-551.
3. Bass, F. M. (1969). A new product growth for model consumer durables. *Management Science*, 15(5), 215-227.
4. Bass, F. M., Krishnan, T. V., & Jain, D. C. (1994). Why the Bass model fits without decision variables. *Marketing Science*, 33(3), 203-223.
5. Fourt, L. A., & Woodlock, J. W. (1960). Early prediction of market success for new grocery products. *The Journal of Marketing*, 25(2), 31-38.
6. Horsky, D., & Simon, L. S. (1983). Advertising and the diffusion of new products. *Marketing Science*, 2(1), 1–17.
7. Kamakura, W. A., & Balasubramanian, S. K. (1987). Long-term forecasting with innovation diffusion models: The impact of replacement purchase. *Journal of Forecasting*, 6(1), 1-19.
8. Kim, T., & Hong, J. (2015). Bass model with integration constant and its applications on initial demand and left-truncated data.

