

پیش‌بینی انتشار فناوری رایانش ابری در ایران به‌وسیله منحنی‌های رشد و اثرات روند انتشار سایر کشورها

احمد جعفر نژاد چقوشی^۱

احسان مجتبوی دلویی*^۲

نیما مختارزاده گروسی^۳

چکیده:

رایانش ابری تحولی عظیم در عالم فناوری اطلاعات است که منابع و خدمات را از طریق اینترنت ارائه می‌دهد. این پژوهش به‌پیش‌بینی انتشار فناوری رایانش ابری در ایران و ده کشور دیگر جهان می‌پردازد. در راستای سنجش انتشار فناوری، از میزان جستجوی اینترنتی کلیدواژه رایانش ابری استفاده شده‌است. این پژوهش از دید نوع تحقیق بر مبنای هدف اثری توسعه‌ای - کاربردی بوده و از لحاظ روش تحقیق بکار گرفته‌شده و نحوه گردآوری داده‌ها، روش تحقیق توصیفی - پیمایشی و همبستگی می‌باشد. برای پیش‌بینی فناوری رایانش ابری در ایران، از برازش منحنی‌های رشد روی داده‌های انتشار فناوری در ایران از یک‌سو و روند انتشار در سایر کشورها و اثرات مقطعی کشورها روی روند انتشار فناوری در ایران از سوی دیگر بهره‌جسته شده‌است. یافته‌ها حاکی از اشباع فناوری رایانش ابری در سال ۲۰۱۸ در ایران می‌باشد. همچنین تأخر در شروع انتشار این فناوری در ایران، منجر به سرعت بالاتر انتشار در ایران بنا به اثر تقدم و تأخر نشده‌است.

کلمات کلیدی:

اثر تقدّم و تأخر، انتشار فناوری، پیش‌بینی فناوری، رایانش ابری، منحنی‌های رشد

۱. عضو هیأت علمی گروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. دانشجوی دکتری مدیریت تولید و عملیات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* نویسنده عهده دار مکاتبات: e_mojtabavi@ut.ac.ir

۳. عضو هیأت علمی گروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقدمه

در سال‌های اخیر، برنامه‌ریزی تکنولوژی به‌عنوان یکی از اجزای محوری برنامه‌ریزی کسب و کار شرکت‌ها درآمده است به‌گونه‌ای که برنامه‌ریزی تکنولوژی هم در سطح کلان (ملی) و هم در سطح شرکت و هم در سطح راهبردهای کسب و کار موردنیاز است. در این میان پیش‌بینی تکنولوژی به‌عنوان نقطه شروع برنامه‌ریزی تکنولوژی از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. (انصاری و فرقانی، ۱۳۸۵)

پیش‌بینی فناوری در فرایند تدوین استراتژی و برنامه‌ریزی فناوری از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. از پیش‌بینی فناوری به‌عنوان اولین گام برنامه‌ریزی فناوری به‌منزله ابزاری برای درک بهتر فرصت‌ها و تهدیدات و آگاهی از تحولات تکنولوژیک آینده و وضعیت کنونی دارایی‌های تکنولوژیک سازمان استفاده می‌شود. پیشرفت سریع فناوری‌های گوناگون، فرصت‌های سرمایه‌گذاری و تصمیم‌گیری در قبال روند آینده فناوری‌ها را پدید می‌آورد. دولت، سرمایه‌گذاران، صاحبان صنایع و متخصصان حوزه‌های مختلف صنعت بیش از پیش مشتاق پیش‌بینی آینده صنعت موردنظر در راستای جهت‌گیری‌های تحقیق و توسعه‌ای، برنامه‌ریزی محصولات جدید و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری می‌باشند. از این‌رو، احساس نیاز به تحلیل آینده محور فناوری و روش‌ها، ابزار و رویکردهای آن به شکل فزاینده‌ای ایجاد شده است.

بر خلاف اختراع فناوری جدید که اغلب شبیه یک واقعه یا پرش ناگهانی پدیدار می‌شود، انتشار آن فناوری همچون فرآیندی ادامه‌دار و کند ظاهر می‌گردد. حال اینکه این انتشار است که به‌جای اختراع یا نوآوری، نهایتاً تعیین‌کننده نرخ رشد اقتصادی و تغییر بهره‌وری خواهد بود. تا زمانی که کاربران زیادی فناوری جدید را نپذیرند، سهم کوچکی در رفاه ما خواهد داشت. سهم فن‌آوری جدید در رشد اقتصادی تنها زمانی مشخص می‌شود که این فن‌آوری جدید به‌طور گسترده‌ای منتشر و استفاده شود. انتشار خود نیز حاصل یک سری تصمیمات فردی برای شروع استفاده از یک فناوری جدید است، تصمیماتی که اغلب نتیجه مقایسه مزایای غیر قطعی اختراع جدید در برابر هزینه‌های غیر قطعی پیرو پذیرش آن، می‌باشند. مهم‌ترین چیزی که نظاره‌گر آن در خصوص تصمیم‌پذیرش فناوری هستیم این است که در هر نقطه از زمان، انتخابی که صورت می‌گیرد، انتخابی بین پذیرش یا عدم پذیرش نیست بلکه انتخابی بین پذیرش همین حالا یا تعویق تصمیم‌گیری به دیرتر است. دلیلی که مهم است این تصمیم را اینگونه بنگریم، طبیعت سود و زیان است. (هال و خان، ۲۰۰۳)

فناوری‌های جدید ناگهانی و شبانه مورد تأیید و استفاده عمومی قرار نمی‌گیرند بلکه آن‌ها نیازمند

زمان برای جلب پذیرش و انتشار در میان یک اقتصاد هستند. الگو و سرعتی که یک فناوری موردپذیرش قرار می‌گیرد، وابسته به عوامل مختلفی از جمله مشخصات کاربران بالقوه و شدت تعاملات فی‌مابین آن‌ها می‌باشد. هرچند، بیش از همه مسیر انتشار یک فناوری به نوع آن بستگی دارد. گونه‌های مختلف فناوری مسیرهای متفاوت انتشار را ایجاد می‌نمایند. (استور و همکاران، ۲۰۱۲).

انتشار نوآوری در تعبیر راجرز، عبارت است از فرایندی که به‌واسطه آن نوآوری از طریق کانال‌هایی معین در طی زمان میان اعضای یک سیستم اجتماعی تسری می‌یابد. راجرز، نوآوری را به نوع ایده، محصول یا خدمت که برای فرد، سازمان یا گروه مخاطب جدید محسوب شود اطلاق می‌کند (راجرز، ۱۹۶۲).

راجرز، چهار عنصر اصلی را در تئوری انتشار خود ذکر می‌کند:

- نوآوری (ایده/محصول/خدمت/فرایند)
- کانال ارتباط و انتشار
- زمان
- سیستم اجتماعی (بستر)

وی در تحلیل این عوامل و به کمک مثال‌های متعدد نشان می‌دهد که به‌طور کلی، انتشار فناوری از الگوی S شکل پیروی می‌کند که نشان‌دهنده بعد زمانی در انتشار فناوری است. سنجه‌های متفاوتی برای سنجش میزان انتشار طی زمان در کنار شاخص‌های سنتی همچون داده‌های تجمعی فروش، تولید یا سهم بازار بکار گرفته می‌شود. از جمله آن‌ها می‌توان به تعداد مقالات علمی مجلات و کنفرانس‌ها روی کلمه کلیدی خاص مرتبط با فناوری مورد مطالعه، ثبت اختراع یا پتنت‌ها و ... نام برد چراکه این شاخص‌های، پیشروانی برای میزان استفاده، فروش یا تولید فناوری در آینده هستند. یکی دیگر از سنجه‌های مورد توجه برای سنجش انتشار، اطلاعات میزان جستجوی کلمات کلیدی مرتبط با فناوری‌های مورد مطالعه در موتورهای جستجو می‌باشد چراکه در عصر فناوری اطلاعات و اینترنت و دنیای امروز یکی از مهم‌ترین کانال‌های ارتباطی چه برای کنجکاوی و پیش‌رو بودن و پیوستن به گروه نوآوران^۱ و چه برای کسب اطلاعات بیشتر در راستای تصمیم‌پذیرش و اتخاذ و پیوستن به گروه مقلدین^۲، موتورهای جستجو و جستجو در اینترنت است که به‌نوعی رسانه جمعی

1 . Innovators

2 . Imitators

امروزی است. جستجو در اینترنت به حدی در بین عموم جامعه با سطوح متفاوت درآمدی، تحصیلات و ... رایج شده که حتی گوگل^۱ به عنوان محبوب ترین موتور جستجوی جهان، به شکل فعل جدیدی نیز درآمده که به جای جستجو کردن استفاده می شود.^۲

گوگل این اطلاعات ارزشمند از میزان جستجوی کلمات کلیدی مختلف در موتورهای جستجوی وابسته به خود را که حوزه بسیاری از کاربردها همچون مقالات علمی مجلات و کنفرانس ها با در نظر گرفتن موتور جستجوی گوگل اسکولار^۳ وابسته به گوگل، خرید و مقایسه یا کسب اطلاعات یا دیدن تبلیغات از طریق ویدئوها را شامل می گردد در قالب سرویسی با نام روندهای گوگل^۴ ارائه می دهد. در این سرویس به تفکیک کشورهای مختلف (از روی اطلاعات IP) به تفکیک زمان (با حداکثر دقت اطلاعات به شکل هفتگی برای اکثر کلیدواژه ها در کشورهای مختلف)، برای کلمات کلیدی مختلف میزان جستجو را نشان می دهد. نامی که گوگل برای این داده ها انتخاب نموده نیز با مسما بوده و بیانگر نمایندگی آن ها به عنوان شاخصی پیشرو نسبت به انتشار می باشد. نام این شاخص در سرویس روندهای گوگل، علاقه طی زمان^۵ می باشد و این همان سنجه ایست که برای سنجش انتشار در این پژوهش نیز بکار گرفته شده است.

در این پژوهش، در پی آنیم که با مقایسه پرکاربردترین منحنی های رشد روی داده های طولی سری زمانی میزان جستجوی اینترنتی کلیدواژه فناوری «رایانش ابری^۶» برای ایران و ۱۰ کشور دیگر، بهترین منحنی رشد را استخراج نماییم. در گام بعدی، با در نظر گرفتن داده های روند میزان جستجوی اینترنتی سایر کشورها به عنوان متغیرهای مستقل تأثیر گذار روی داده های روند میزان جستجوی اینترنتی کلیدواژه فناوری رایانش ابری در ایران به عنوان متغیر مستقل، وزن سایر کشورهای مورد مطالعه روی انتشار فناوری رایانش ابری در ایران را به دست می آوریم. در نهایت، پیش بینی انتشار فناوری رایانش ابری در ایران میانگین منحنی رشد برآزش شده روی داده های روند جستجوی اینترنتی برای ایران و جمع حاصل ضرب وزن تأثیر هر کشور در منحنی رشد برآزش شده برای آن کشور خواهد بود.

-
- 1 . Google
 - 2 . To Google Sth: To Search Sth over internet
 - 3 . Google Scholar
 - 4 . Google Trends
 - 5 . Interest Over Time
 - 6 . Cloud Computing

پیشینه پژوهش

پیش‌بینی فناوری

در سال ۱۹۶۷ میلادی، جانس که مشاور سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) بود، پیش‌بینی تکنولوژیک را چنین تعریف نمود: «برآورد احتمالاتی، با سطح اطمینان نسبتاً بالا، از آینده انتقال فناوری‌ها» (جانس، ۱۹۶۷). برای تعریف فناوری را چنین تعریف نمود: «سیستم‌هایی از تجزیه و تحلیل منطقی که منجر به نتایج کمی مشترک (طیف محدودی از احتمالات) در مورد ویژگی‌ها و پارامترهای فناوری و همچنین ویژگی‌های فنی-اقتصادی می‌شود» (برایت، ۱۹۶۸). مارتینو پیش‌بینی فناوری را چنین تعریف می‌نماید: «پیش‌بینی مشخصه‌های آینده ماشین‌آلات، روش‌ها یا تکنیک‌های مفید که در آن فناوری را محدود به سخت‌افزار ندانسته و می‌تواند شامل شیوه انجام کارها یا نرم‌افزار نیز شود» (مارتینو، ۱۹۹۳). آشر پیش‌بینی فناوری را به‌عنوان تلاشی برای «طرح‌ریزی قابلیت‌های تکنولوژیک و پیش‌بینی اختراع و انتشار نوآوری‌های تکنولوژیک» توصیف می‌نماید (آشر، ۱۹۷۸).

مردیث و مانتل پیش‌بینی فناوری را فرآیند پیش‌بینی ویژگی‌های آینده و زمان‌بندی انتشار یک فناوری تعریف می‌نمایند. آن‌ها همچنین اشاره می‌کنند که یک پیش‌بینی در پی این نیست که پیش‌بینی کند چگونه کارها انجام می‌شوند یا اینکه حتی سودآوری را به‌حساب بیاورد. پیش‌بینی باید در این نگاه، خیلی ساده آنچه که ممکن است و اینکه در چه نقطه‌ای از زمان آینده برای استفاده در دسترس خواهد بود را به نمایش بگذارد (مردیث و مانتل، ۱۹۹۵).

منحنی‌های رشد

روش‌های مورد استفاده برای پیش‌بینی فناوری غالباً به دودسته کلی روش‌های اکتشافی^۱ و قاعده‌ای^۲ دسته‌بندی می‌شوند. در بین روش‌های اکتشافی، تحلیل الگوهای انتشار فناوری به کمک منحنی‌های رشد، پرکاربردترین روش می‌باشد. این روش‌ها در پی برآزش یک منحنی رشد روی گروهی از داده‌های مرتبط با ویژگی‌های تکنولوژیک در طول زمان است. تعدادی منحنی رشد برای پیش‌بینی پیشرفت فناوری‌ها توسعه یافتند. منحنی‌های لجستیک و گام‌پرتز^۳ بیش از همه استفاده شده‌اند و تاریخچه طولانی در بخش جمعیت‌شناسی و پس‌از آن پیش‌بینی فناوری دارند. (داعیم، الیور و کیم، ۲۰۱۳).

1 . Explorative

2 . Normative

3 . Gompertz

در راستای تحلیل منحنی‌های رشد، مسئله اصلی تعیین شیب منحنی و همچنین نقطه عطف آن و نهایت حد مجاوری بالا یا همان حد اشباع به وسیله سری زمانی داده‌ها می‌باشد. انتخاب معادله مناسب برای منحنی رشد تا حدودی اختیاری است و به همین دلیل است که اکثر پیش‌بینی‌کنندگان، منحنی‌های رشد متفاوتی را برای یافتن مرتبط‌ترین آن‌ها با کمترین خطا برای پیش‌بینی تغییرات تکنولوژیک، می‌آزمایند (مئاد و اسلام، ۲۰۰۶). مئاد و اسلام به شدت توصیه می‌نمایند که هر مجموعه ابتدایی منطقی و معقول از مدل‌ها باید شامل مدل‌های ساده لجستیک، گامپرتز و باس شوند (مئاد و اسلام، ۲۰۰۱).

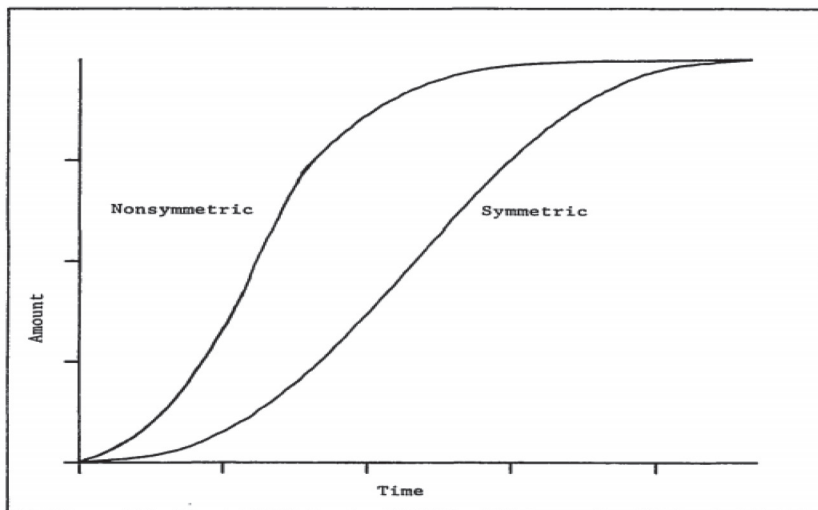
میچالاکلیس و همکاران شناخته‌شده‌ترین مدل‌هایی که برای مقاصد بررسی انتشار فناوری بکار بسته می‌شوند را مدل‌های باس، فیشر پرای و خانواده مدل‌های لجستیک و در نهایت گامپرتز می‌داند (میچالاکلیس، واروتاس و اسفیکپولس، ۲۰۰۸).

مثال‌های متنوعی از کاربرد منحنی‌های S شکل در مطالعات آینده سیستم‌های پیچیده موجود است. برای مثال در مؤسسه بین‌المللی تحلیل سیستم‌های کاربردی^۱، منحنی‌های S شکل لجستیک در ۳۵ سال گذشته برای مطالعاتی پیرامون موارد زیر بکار بسته شده‌است: (کوچاروی و دیگیویو، ۲۰۱۱)

- آینده منابع انرژی اولیه
- تکامل فناوری‌های کشاورزی
- جایگزینی سیستم‌ها حمل‌ونقل
- توسعه اکتشافات
- بسط اختراعات و انتشار نوآوری‌ها
- تحوّل صنعت هواپیما
- روندهای اقتصاد خرد و کلان
- رشد جرم و جنایت و تروریسم
- تغییرات و مشکلات محیطی
- تکامل سیستم‌های مخابراتی
- و بسیاری دیگر

همچنین نشریه بین‌المللی پیش‌بینی فناوری و تغییر اجتماعی^۱، مابین ماه می ۲۰۰۲ تا می ۲۰۰۷ بیش از ۳۲۰ مقاله چاپ نموده‌است که ۱۴ عدد از آن‌ها مستقیماً کاربرد خاصی از منحنی‌های S شکل رشد طبیعی را در پیش‌بینی فناوری بکار بسته بودند و بیشتر از ۱۷۰ مقاله نیز در صفحات خود به منحنی‌های S شکل اشاره نموده بودند. (کوچاراوی و دیگویو، ۲۰۱۱)

میزان نفوذ اولیه عرض از مبدأ منحنی رشد یا همان ارتفاعش را تنظیم نموده و نرخ رشد سرعت رسیدن به مرحله اشباع یا به نوعی شیب منحنی رشد و به تبع آن میزان کشیدگی عرض‌اش را معلوم می‌نماید. حد اشباع نیز ماکزیمم یا سقف بالایی منحنی رشد می‌باشد. نقطه عطف نیز، نقطه‌ای روی محور افقی یا همان زمان است که تقعر منحنی وارونه می‌شود و انحنای خم تغییر جهت می‌دهد. در تعدادی از منحنی‌های رشد و انتشار، که از آن‌ها به‌عنوان منحنی‌های متقارن یاد می‌شود، نقطه عطف درست بین زمان ۰ و زمان رسیدن به اشباع است (مانند منحنی لجستیک یا منحنی Bass) و در برخی از منحنی‌های رشد یا انتشار که نامتقارن خوانده می‌شوند، نقطه عطف در زمانی کمتر یا بیشتر از زمان میانه بین ۰ و زمان رسیدن به اشباع رخ می‌دهد (منحنی گامپرتز).



شکل ۱: منحنی S شکل متقارن در مقایسه با غیر متقارن

مدل‌های متقارن

منحنی رشد لجستیک یا Pearl

تابع لجستیک به‌عنوان یک مدل رشد جمعیت اولین بار توسط ریاضی‌دان بلژیکی Verhulst (۱۸۰۴-۱۸۴۹) در ۱۸۳۸ ارائه شد. Verhulst معادله لجستیک را پس از مطالعه «نوشتاری پیرامون قانون جمعیت» اثر جمعیت‌شناس و اقتصاددان سیاسی انگلیسی Malthus (۱۷۶۶-۱۸۳۴) توسعه داد. معادله لجستیک برای توصیف رشد محدود شونده جمعیت، معرفی شد. گاهی این معادله را معادله Verhulst-Pearl نیز می‌نامند که دلیل آن بازبایی و کشف دوباره آن در سال ۱۹۲۰ میلادی توسط جانورشناس آمریکایی و یکی از بنیان‌گذاران بیومتری، Raymond Pearl (۱۸۷۹-۱۹۴۰) بود. Pearl تحقیقات وسیعی در خصوص رفتار رشد ارگانسیم‌ها نمود. برای مثال میزان افزایش مگس‌های میوه‌ای درون یک بطری، نرخ افزایش سلول‌های مخمر در محیطی معین و نرخ افزایش سلول‌ها در موش سفید. وی تابع ریاضی یافته‌های خود را با آنچه امروز منحنی رشد Pearl یا منحنی لجستیک نامیده می‌شود، توصیف نمود. (Oh, 1988) معادله این منحنی بدین شرح است:

$$Y(t) = \frac{L}{1 + \alpha e^{-\beta t}}$$

که:

Y : متغیر میزان انتشار یا رشد فناوری در زمان t است.

L : حد بالای توان فناوری یا حد اشباع انتشار در بازار بالقوه است.

t : زمان

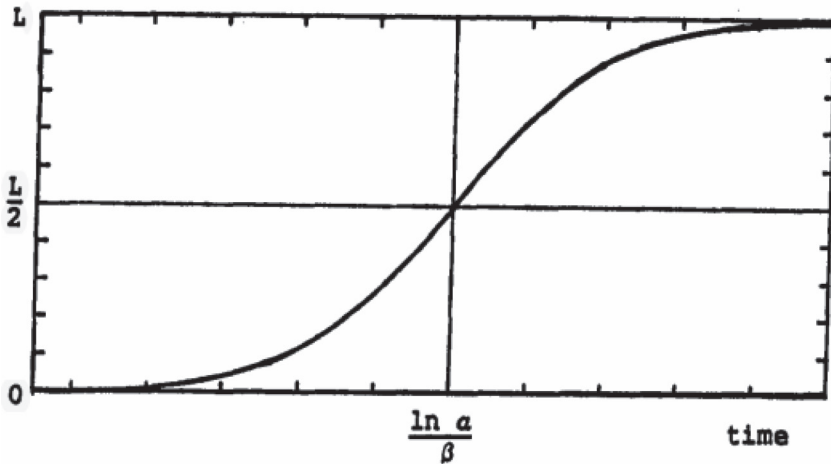
α و β : که هر دو بزرگ‌تر از صفرند پارامترهای مدل می‌باشند.

در این معادله α و β پارامترهایی هستند که شکل منحنی رشد را کنترل می‌نمایند. مقدار β به تعیین شیب رشد نمایی می‌پردازد حال آنکه مقدار α تعیین‌کننده موقعیت مکانی منحنی روی محور افقی یا همان محور زمان است. منحنی، مقدار اولیه برابر با صفر در زمان $-\infty$ داشته و در زمان $+\infty$ به حد مجانبی بالای L می‌رسد. با قرار دادن مشتق دوم Y نسبت به زمان برابر با صفر، می‌توان نشان داد نقطه عطف منحنی در:

$$t = \frac{\ln \alpha}{\beta}$$

$$Y = \frac{L}{2}$$

اتفاق می‌افتد. معنای اساسی این تابع این است که نرخ رشد متناسب با هر دو عامل رشد صورت گرفته از ابتدا تاکنون و همچنین میزان رشد باقی‌مانده تا سطح اشباع که باید طی شود، می‌باشد. منحنی نسبت به نقطه عطف متقارن بوده و به شکل زیر است.



شکل ۲: منحنی رشد Pearl یا لجستیک

Fisher و Pry در ۱۹۷۱ نشان دادند داده‌های مرتبط با توصیف جایگزینی محصول، خدمت یا فناوری جدید به‌جای نسخه قدیمی‌تر، به خوبی می‌تواند توسط تابع ساده لجستیک که منحنی‌های S شکل تولید می‌نماید، برازش گردند. (فیشر و پرای، ۱۹۷۱)

مدل لجستیک، تاریخچه درازی دارد. Pearl و Reed در سال ۱۹۲۰ میلادی مدل لجستیک را توسعه دادند تا شکلی ریاضی به کل خط سیر جمعیت در آمریکا ببخشند. (پیرل و رید، ۱۹۲۰) پس از آن، مدل لجستیک و بسط‌های آن، در حوزه‌های مختلفی همچون کشاورزی و ارتباطات بکار بسته

شدند. (بیولی و فایبیگ، ۱۹۸۸) (گریلیجز، ۱۹۵۷) (مئاد و اسلام، ۱۹۹۵)
مدل بکار گرفته در این تحقیق برای مدل انتشار لجستیک به شرح ذیل می‌باشد: (وو و چو، ۲۰۱۰)

$$\text{Logistic} = \frac{L}{1 + e^{-r(t-m)}}$$

مدل Bass

Bass رویکردی نسبتاً متفاوت به معرفی محصولات جدید را توسعه داد که در رابطه با بسط یک تئوری برای تشریح خرید اولیه محصولات جدید به‌عنوان کالاهای مصرفی بادوام بود. (Oh, 1988) Bass این مدل را در مطالعه خود برای انتشار ۱۱ کالای مصرفی با دوام بکار برد. (Bass, 1969) مدل Bass پرکاربردترین مدل انتشار محصولات می‌باشد. این مدل اصلاحات بسیاری داشته‌است و اولین مدل کلان انتشار بود متغیرهای تصمیم‌پذیرنده را در خود گنجانده. اصلاحات بعدی تأثیرات قیمت به تنهایی، تبلیغات به تنهایی و یا هر دوی آن‌ها را در این مدل گنجانده. (چنگ و همکاران، ۲۰۱۴) مشابه با تئوری انتشار نوآوری راجرز، Bass نیز دو نوع مشتری شناسایی می‌نماید: نوآوران و مقلدین. احتمال خرید در زمان T بدین شرح است:

$$P(T) = p + (q/m)Y(T)$$

در معادله فوق، احتمالی که یک نوآور محصول را خریداری نماید، p می‌باشد که در مدل Bass یکی از پارامترهای مدل همین ضریب نوآوری است. احتمال اینکه یکی از مقلدان محصول را خریداری نماید، برابر $(q/m)Y(T)$ می‌باشد. q که شاخص تقلید و پارامتر دیگری در مدل Bass است در کنار m که کل مشترکین بالقوه می‌باشد و $Y(T)$ که فروش یا انتشار تجمعی تا زمان T می‌باشد. برای برآورد فروش سال بعدی $S(T)$ ، مدل Bass داده‌های تاریخی فروش تجمعی $Y(T)$ را به‌عنوان متغیر مستقل در نظر می‌گیرد. فرمول پایه مدل Bass برای برآورد فروش سال آینده $S(T)$ به شرح ذیل است:

$$S(T) = p.m + (q-p)Y(T) - q/m * Y^2(T)$$

که در این مدل، پارامترهای p ، q و m نماینده اثر نوآوری، اثر تقلید و کل اندازه بازار بالقوه پذیرندگان می‌باشد. لذا این مدل، چرخه عمر پذیرش محصول را به بازه پذیرش اولیه و یک پذیرش ثانویه تقسیم می‌نماید.

پیرو تئوری انتشار نوآوری‌های راجرز، Bass انتشار یک نوآوری را فرآیندی مسری توصیف نمود که توسط اثرات خارجی (برای مثال تبلیغات، رسانه‌های جمعی) و اثرات داخلی (گفتمان دهان به دهان) رانده می‌شود. به شکل دقیق‌تر، Bass بیان داشت که احتمال اینکه فردی در زمان t محصول جدید را بپذیرد با فرض اینکه هنوز آن را نپذیرفته، به شکل خطی وابسته به دو اثر است: یکی که ربطی به پذیرندگان قبلی نداشته و هر فرد مستقل از اینکه دیگران محصول جدید را پذیرفته‌اند یا خیر، تصمیم به پذیرش آن می‌گیرد و به‌عنوان پارامتر اثرات خارجی یا پارامتر نوآوری معرفی می‌گردد (p) و دیگری اثری که وابسته به تعداد پذیرندگان قبلی تا آن زمان بوده که به‌عنوان پارامتر اثرات داخلی یا پارامتر تقلید معرفی می‌گردد. (q) (گلدنبرگ و افرونی، ۲۰۰۱)

سلطان و همکارانش در سال ۱۹۹۰ به انجام مطالعه‌ای فراتحلیلی روی ۲۱۳ مورد تخمین پارامترهای p و q در مطالعات بکارگیرنده مدل Bass پرداختند و نتایج‌شان به این شکل بود که مقدار متوسط پارامتر p یا همان شاخص نوآورانه برابر ۰,۰۳ و مقدار متوسط پارامتر q یا همان شاخص تقلید برابر ۰,۳۸ می‌باشد. (سلطان و همکاران، ۱۹۹۰)

مدل بکار گرفته در این تحقیق برای مدل انتشار Bass به شرح ذیل می‌باشد: (وو و چو، ۲۰۱۰)

$$Bass = m * \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}}$$

مدل‌های غیرمتقارن

منحنی رشد گامپرتز

منحنی رشد دیگری که بسیار در پیش‌بینی فناوری بکار گرفته شده، منحنی گامپرتز است (بوس، ۱۹۸۴) که پس از گامپرتز که اولین بار منحنی گامپرتز را به‌عنوان قانونی حاکم بر نرخ مرگ‌ومیر پیشنهاد داد، اینگونه نامیده شد. معادله ریاضی این منحنی بدین شرح است:

$$Y = L \cdot e^{-G \cdot e^{-kt}}$$

که:

Y : متغیر میزان انتشار یا رشد فناوری در زمان t است.

L : حد بالای توان فناوری یا حد اشباع انتشار در بازار بالقوه است.

t : زمان

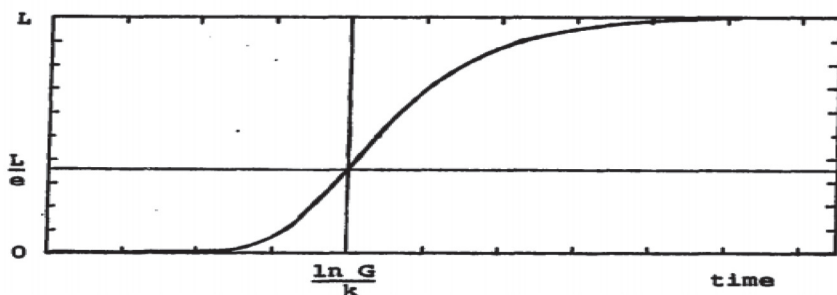
G و k : که هر دو بزرگتر از صفرند پارامترهای مدل می‌باشند.

مشابه منحنی رشد لجستیک، منحنی رشد گامپرتز نیز از مقدار ۰ در زمان $t=-\infty$ تا مقدار L در زمان $t=+\infty$ متغیر است. با قرار دادن مشتق دوم Y نسبت به زمان برابر با صفر، بر خلاف منحنی لجستیک که نقطه عطفش در $Y=L/2$ اتفاق می‌افتد، نقطه عطف منحنی گامپرتز در:

$$t = \frac{\ln G}{k}$$

$$Y = \frac{L}{e}$$

اتفاق می‌افتد. منحنی نسبت به نقطه عطف متقارن نیست و می‌توان در شکل ذیل دید.



شکل ۳: منحنی رشد گامپرتز

به‌منظور برآزش هر منحنی روی گروهی از داده‌ها، نیاز به یک روش تخمین است. یکی از رایج‌ترین روش‌ها که عمدتاً بکار بسته می‌شود تخمین حداقل مربعات خوانده می‌شود. این روش آماری بهترین منحنی برآزش شده برای گروهی داده مفروض را از طریق کمینه‌سازی مجموع مربعات انحرافات داده‌های واقعی از مقادیر مورد پیش‌بینی منحنی برآزش شده، پیدا می‌نماید. روشی که آن را حداقل مربعات معمولی می‌نامند روش برآزشی است که وزن مربعات تمامی انحرافات را برای تمامی نقاط داده‌ها برابر فرض می‌نماید. (Oh, 1988)

مدل لجستیک برای توصیف یک فرآیند جایگزینی که در آن یک فناوری با فناوری جدید بنیادی که وارد بازار شده‌است، جایگزین می‌گردد، استفاده شده‌است. مدل گامپرتز منحنی S شکل کشیده به راستی تولید می‌نماید که در آن دوره شتاب کوتاه‌تر از دوره کاهش سرعت انتشار است. در مقایسه با مدل لجستیک، مدل گامپرتز تغییر فناورانه تدریجی‌تری را توصیف می‌نماید. لذا در حوزه فناوری، تابع گامپرتز برای مواردی مناسب‌تر است که جایگزینی فناوری با زوال آن به‌جای منسوخ شدنش بر اثر جایگزینی با فناوری جدید، اتفاق می‌افتد. به همین دلیل است که اغلب از مدل گامپرتز به عنوان «مدل مرگ» یاد می‌شود.

مدل گامپرتز دارای ضریب کشیدگی ۱,۱۴ و ضریب چولگی ۲,۴ می‌باشد. نقطه عطف تابع لجستیک در درصد تجمعی بالاتر از انتشار (۰.۵۰) نسبت به منحنی گامپرتز (۰.۳۶۸) واقع می‌گردد. هر دو مدل در خصوص چولگی و کشیدگی‌شان بدون انعطاف می‌باشند و لذا تابع گامپرتز منعطف‌تر از تابع لجستیک نمی‌باشد.

مدل بکار گرفته در این تحقیق برای مدل انتشار گامپرتز به شرح ذیل می‌باشد: (Wu & Chu, 2010)

$$Gompertz = Le^{-e^{-\gamma(t-m)}}$$

یکی از نکات شایان ذکر در خصوص مقایسه مدل‌های انتشار بکار گرفته‌شده در این پژوهش، این است که مدل‌های لجستیک و Bass انتشار را تابعی از افرادی که تا به حال فناوری را پذیرفته‌اند و به جمع کاربران پیوسته‌اند در کنار تابعی از افرادی که هنوز فناوری را نپذیرفته‌اند، می‌دانند حال آنکه مدل گامپرتز، انتشار را در هر لحظه تنها تابعی از تعداد افرادی می‌داند که هنوز فناوری را نپذیرفته‌اند و به همین دلیل است که سرعت انتشار در اوایل بازه انتشار، سریع‌تر بوده و نقطه عطف زودتر از نیمی از مسیر انتشار (بر خلاف مدل‌های متقارن لجستیک و Bass که نقطه عطف در نیمه مسیر شروع تا اشباع قرار دارد) قرار می‌گیرد و نمودار انتشار گامپرتز چوله به راست می‌شود.

اثرات تقدم و تأخر

اگر یک نوآوری در زمان‌های متفاوتی در کشورهای مختلف منتشر گردد، امکان استفاده از اطلاعات روند انتشار در کشورهای پیشرو برای پیش‌بینی انتشار در کشورهایی که دیرتر نوآوری را می‌پذیرند، مطلوب است (مئاد و اسلام، ۲۰۰۶).

تفاوت‌ها در سرعت انتشار فناوری‌ها میان یک ناحیه جغرافیایی و نواحی دیگر، غالباً به دلیل اثر تقدم-تأخر اتفاق می‌افتد که بر مبنای زمان معرفی نوآوری در هر یک از نواحی است (پرس و همکاران، ۲۰۱۰). کشورهایی که در آن‌ها یک فناوری مفروض، دیرتر معرفی می‌گردد، فرآیند انتشار سریع‌تری را تجربه می‌نمایند چراکه پذیرندگان بالقوه فناوری مفروض در رابطه با آن از پذیرندگان قبلی در کشورهای پیشرو غیرمستقیم می‌آموزند.

تاکادا و جین در مطالعه‌ای در سال ۱۹۹۱ با استفاده از مدل باس به بررسی انتشار کالاهای بادوام و تحلیل بین مقطعی و تقدم - تأخر انتشار آن‌ها مابین ۴ کشور حاشیه اقیانوس آرام پرداختند. آن‌ها از ضرایب تخمینی مدل باس برای بررسی اثرات تقدم - تأخر معرفی محصولات روی سرعت انتشار، استفاده نمودند و دریافتند که فاکتور تقلید (q) برای کشورهایی با فرهنگ‌های مختلف مثل آمریکا و کره تفاوت‌های معنی‌داری داشته و معرفی دیرتر محصولات در کشورها منجر به انتشار سریع‌تر آن‌ها می‌گردد (تاکادا و جین، ۱۹۹۱)

اثرات تقدم و تأخر کشورها در انتشار محصولات و نوآوری‌ها بین آن‌ها در مقالات بسیار دیگری از جمله کارهای گانش و کومار (۱۹۹۶)؛ گانش، کومار و سوبرامانیا (۱۹۹۷)؛ کومار، گانش و اچامبادی (۱۹۹۸) و کومار و کریشنن (۲۰۰۲) بررسی شده‌است. فرض بر این است که تأخر زمانی در کشور متأخر، به پذیرندگان بالقوه نوآوری‌ها در آن کشور زمانی اضافی اعطا می‌نماید تا بتوانند مزیت نسبی محصول و نوآوری را متوجه شده و بهتر به ارزیابی نیاز به فناوری بپردازند. همچنین این فرصت را دارند تا به مشاهده تجربیات استفاده پذیرندگان نوآوری در کشورهای پیشرو بپردازند. کالیش، ماهاجان و مولر در مقاله خود در ۱۹۹۵ بیان می‌نمایند در صورتی که تجربه کشورهای مقدم و پیشرو در خصوص یک محصول موفق باشد، مخاطره پذیرش آن بین پذیرندگان بالقوه در کشورهای متأخر کمتر شده که این امر منجر به تسریع انتشار در کشورهای متأخر می‌گردد (کالیش، ماهاجان و مولر؛ ۱۹۹۵)

رایانش ابری

رایانش ابری تحولی عظیم در عالم فناوری اطلاعات است که منابع و خدمات را از طریق اینترنت ارائه می‌دهد. بنا به واس و زانگ، رایانش ابری پارادایم بعدی پس از رایانه‌های بزرگ^۱، رایانه‌های شخصی

(PC)، رایانش شبکه‌ای^۱، اینترنت و رایانش مشبک^۲ است. این پارادایم جدید به‌سرعت تعداد مشتری را به‌واسطه مدل پرداخت به‌ازای استفاده، مقیاس‌پذیری^۳، تأمین منابع پویا^۴ و ... جذب نموده‌است (واس و ژانگ، ۲۰۰۹). بنا به گزارش ویژه اکونومیست در سال ۲۰۰۸، رایانش ابری بی‌شک صنعت فناوری اطلاعات (IT) را دگرگون خواهد نمود. زیرساخت به‌عنوان یک خدمت^۵ بخشی با سریع‌ترین رشد در خدمات عمومی رایانش ابری بوده‌است. مخارج زیرساخت به‌عنوان یک خدمت مابین ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ از ۷۲ میلیارد دلار آمریکا گذشت. بنا به شاخص جهانی رایانش ابری سیسکو، در ۲۰۱۶ در حدود دوسوم تمام کارها در فضای ابری پردازش شد و ترافیک IP رایانش ابری جهانی بیش از دوسوم مجموع ترافیک مراکز داده را تشکیل داد (شبکه‌سازی سیسکو، ۲۰۱۶)

به‌طور کلی صنعت رایانش ابری به سه شیوه خدمت‌رسانی می‌نماید: زیرساخت به‌عنوان یک خدمت، بستر نرم‌افزاری به‌عنوان یک خدمت^۶ و نرم‌افزار به‌عنوان یک خدمت^۷. واژه ابر واژه‌ای است استعاری که به اینترنت اشاره می‌کند و در نمودارهای شبکه‌های رایانه‌ای نیز از شکل ابر برای نشان دادن شبکه اینترنت استفاده می‌شود.

آداموس و همکاران، در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۴ از تکنیک‌های تحلیل روند و منحنی رشد لجستیک برای پیش‌بینی آینده رایانش ابری و فناوری‌های زیرمجموعه آن براساس داده‌های ثبت اختراعات، استفاده نمودند (آداموس، توماک و تامپی، ۲۰۱۴)

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش را از دید نوع تحقیق بر مبنای هدف می‌توان اثری توسعه‌ای - کاربردی دانست. همچنین نوع تحقیق بر مبنای روش تحقیق بکار گرفته‌شده و نحوه گردآوری داده‌ها، روش تحقیق توصیفی - پیمایشی با رویکرد تحلیلی ریاضی و آماری می‌باشد که در بخشی از پژوهش از نوع طولی روی داده‌های سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۵ در خصوص تخمین مدل‌های انتشار و منحنی‌های رشد روی داده‌های میزان جستجو و در بخش دیگری از آن از نوع پنجره‌ای (طولی و مقطعی) روی داده‌های میزان جستجو در

-
- 1 . Networked Computing
 - 2 . Grid Computing
 - 3 . Scalability
 - 4 . Dynamic Resource Provisioning
 - 5 . Infrastructure as a Service
 - 6 . Platform as a Service
 - 7 . Software as a Service

بین ۱۱ کشور مورد مطالعه و طی سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۵ می‌باشد. همچنین بخشی از تحقیق که به بررسی اثر روند انتشار فناوری بر مبنای میزان جستجوی کلیدواژه مرتبط آن در سایر کشورهای مورد مطالعه به‌عنوان متغیرهای مستقل و روند انتشار آن در ایران به‌عنوان متغیر وابسته می‌پردازد، از نوع تحلیل رگرسیون چندگانه در رسته تحقیقات همبستگی توصیفی می‌باشد.

منحنی‌های رشد یا مدل‌های انتشار بکار گرفته‌شده در این تحقیق، مدل‌های باس، لجستیک و گامپرتز می‌باشند که در کشورهای مختلف روی داده‌های انتشار (جستجو در گوگل) به‌وسیله رگرسیون غیرخطی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ برآزش شده و براساس ضریب تعیین^۱ مقایسه و مناسب‌ترین آن‌ها در هر کشور معرفی شده‌است.

شایان‌ذکر است در مواردی که بالاترین ضریب تعیین متعلق به بیش از یک مدل انتشار است، در مدل نهایی پیش‌بینی که وزن هر کشور در مدل انتشار متناسب آن ضرب می‌گردد، وزن کشور مربوطه ضرب در میانگین مدل‌های برتر می‌گردد. بدین ترتیب که برای مثال در کشور ایتالیا، مدل‌های باس، لجستیک و گامپرتز ضریب تعیین برابر ۰,۹۹۶، در برآزش داده‌های انتشار آن ارائه می‌دهند و وزن کشور ایتالیا نسبت به ایران در انتشار فناوری رایانش ابری برابر ۷۱ باشد آنگاه در خصوص معادله انتشار در ایران نسبت به ایتالیا این‌گونه خواهیم داشت:

رابطه (۱)

$$w_1 \left(\frac{\text{Bass Model} + \text{Gompertz Model} + \text{Logistic Model}}{3} \right)$$

در راستای پیش‌بینی فناوری، محک‌زنی نسبت به سایر فناوری‌های مشابه و کشورهای پیشرو و تأثیرات روند، الگو و وقفه‌های متأثر از هر یک، یکی از ابزار موجود است. استخراج میزان تقدم و تأخر نسبت به دیگر کشورها یکی از رویکردهایی است که در این تحقیق بکار گرفته شده‌است. در این راستا از نرم‌افزار Eviews نسخه ۷ بهره‌جسته شده و داده‌های میزان انتشار برای فناوری رایانش ابری در طول سری زمانی هفتگی از هفته اول سال ۲۰۰۴ میلادی لغایت هفته سی‌وسوم سال ۲۰۱۵ در سایر کشورها به‌عنوان متغیرهای مستقل و میزان انتشار آن فناوری در بازه زمانی مذکور در ایران به‌عنوان متغیر وابسته، مفروض شده‌اند و از این طریق وزن تأثیر میزان انتشار فناوری مفروض در هر کشور روی

میزان انتشار آن فناوری در ایران محاسبه شده‌است. نهایت انتشار فناوری در ایران براساس مجموع ضرایب به‌دست‌آمده برای هر کشور در تأثیر آن‌ها روی انتشار فناوری در ایران ضرب در مدل انتشار برگزیده آن کشور، از یک سو و از سوی دیگر مدل انتشار برآزش شده برای ایران محاسبه می‌گردد. لذا انتشار در ایران به شرح ذیل خواهد بود:

رابطه (۲)

$$Diffusion(Iran) = \frac{GrowthCurve_{Iran} + \sum \beta_j \times GrowthCurve_j}{2}$$

β_j : ضریب انتشار فناوری رایانش ابری در کشور j روی انتشار آن فناوری در ایران
 $GrowthCurve_j$: مدل یا میانگین مدل‌های انتشار برگزیده در کشور j برای فناوری رایانش ابری
 $GrowthCurve_{Iran}$: مدل انتشار برگزیده ایران برای فناوری رایانش ابری

کشورهای مورد مطالعه براساس معیار تعداد کاربران اینترنت در گزارش سال ۲۰۱۴ سایت www.internetlivestats.com جزو کشورهایی با رتبه‌های ۱ تا ۲۵ بودند که منجر به وجود داده‌های مکفی و قابل تعمیم به رفتار اکثریت جامعه در سرویس روندهای گوگل می‌شود. معیار بعدی، حضور میزان مکفی داده‌های جستجو در گوگل و سرویس‌های وابسته‌اش می‌باشد که در برخی کشورها ممکن است به دلیل استفاده از موتورهای جستجوی محلی یا غیره به جز گوگل، نتوان از سرویس روندهای گوگل برای استخراج میزان جستجو استفاده نمود. نهایت، ۱۱ کشور از ۲۵ کشور اول بر مبنای تعداد کاربران اینترنت، بنا به در دسترس بودن داده‌ها در سرویس روندهای گوگل انتخاب شدند که به شرح جدول ذیل می‌باشند.

جدول ۱: کشورهای مورد مطالعه در پژوهش

رتبه	کشور	کاربران اینترنت	سهم کشور از کاربران جهانی اینترنت
۲	United States	۲۷۹۸۳۴۲۳۲	٪ ۹/۵۸
۳	India	۲۴۳۱۹۸۹۲۲	٪ ۸/۳۳

رتبه	کشور	کاربران اینترنت	سهم کشور از کاربران جهانی اینترنت
۵	Brazil	۱۰۷۸۲۲۸۳۱	٪ ۳/۶۹
۷	Germany	۲۷۵۵۱۷۱۷	٪ ۲/۴۶
۹	United Kingdom	۵۷۰۷۵۸۲۶	٪ ۱/۹۵
۱۶	Philippines	۳۹۴۷۰۸۴۵	٪ ۱/۳۵
۱۷	Italy	۳۶۵۹۳۹۶۹	٪ ۱/۲۵
۱۹	Spain	۳۵۰۱۰۲۷۳	٪ ۱/۲۰
۲۰	Canada	۳۳۰۰۰۳۸۱	٪ ۱/۱۳
۲۱	Poland	۲۵۶۶۶۲۳۸	٪ ۰/۸۸
۲۵	Iran	۲۲۲۰۰۷۰۸	٪ ۰/۷۶

کلیدواژه‌های فناوری

به جهت جستجوی کلیدواژه‌های مرتبط با فناوری رایانش ابری در ۱۱ کشور مورد مطالعه، از سرویس ترجمه گوگل بهره گرفته و در کشورهایی که زبان آن‌ها انگلیسی نبود پس از استخراج زبان آن کشور از اینترنت و ترجمه کلیدواژه‌های مرتبط توسط سرویس ترجمه گوگل، آن‌ها را نیز در سرویس روندهای گوگل جستجو نمودیم تا در صورتی که فناوری مورد نظر به زبان آن کشور نیز دارای روند جستجوی بالایی می‌باشد، از روندهای مرتبط با کلیدواژه به زبان محلی آن کشور یا میانگین روندهای جستجو به زبان محلی آن کشور و زبان انگلیسی استفاده شود.

در خصوص فناوری رایانش ابری، تنها برای کشورمان ایران از کلیدواژه «رایانش ابری» در کنار کلیدواژه انگلیسی آن استفاده شد و از میانگین روندهای جستجوی این دو کلیدواژه استفاده شد لیکن برای سایر کشورهای مورد مطالعه تنها از همان کلیدواژه انگلیسی برای بررسی روندهای جستجو در اینترنت استفاده گردید.

زمان رسیدن به اشباع

در خصوص کشورهایی که مدل برگزیده آن‌ها، مدل لجستیک می‌باشد زمان رسیدن به اشباع، دو برابر مقدار پارامتر نقطه عطف می‌باشد. توجه داشته باشیم که مقدار پارامتر m یا نقطه عطف بیانگر شماره

هفته نسبت به تاریخ مبدأ داده‌ها یعنی ابتدای سال ۲۰۰۴ می‌باشد.

در خصوص کشورهایایی که مدل برگزیده آن‌ها، مدل گامپرتز می‌باشد برای محاسبه زمان رسیدن به حد اشباع فناوری، با توجه به اینکه نقطه عطف در ۰,۳۷ کل مسیر انتشار اتفاق می‌افتد لذا زمان تقریبی وقوع اشباع برابر نسبت (۱۰۰ تقسیم بر ۳۷) ضرب در زمان رسیدن به نقطه عطف منحنی رشد است.

نهایت در کشورهایایی که مدل برگزیده آن‌ها، مدل باس می‌باشد، زمان رسیدن به اشباع با توجه به متقارن بودن مدل، دو برابر زمان رسیدن به نقطه عطف می‌باشد. نقطه عطف از طریق فرمول ذیل به دست می‌آید: (اسماعیل و ابو، ۲۰۱۳)

رابطه ۳)

$$t^* = \frac{\ln \frac{q}{p}}{p + q}$$

زمان رسیدن به اشباع، دو برابر مقدار t^* می‌باشد. عدد به‌دست‌آمده شماره هفته نسبت به تاریخ مبدأ داده‌ها یعنی ابتدای سال ۲۰۰۴ می‌باشد.

شایان‌ذکر است در خصوص مواردی که در کشورهای خاص، بیش از یک مدل برگزیده انتشار به دلیل برابری ضریب تعیین‌های برتر دارند، تخمین هفته وقوع اشباع، میانگین هفته‌های تخمین زده‌شده توسط هر یک از مدل‌های برگزیده می‌باشد

یافته‌های پژوهش

وزن روند انتشار فناوری در سایر کشورها روی انتشار فناوری در ایران

در این بخش، به‌وسیله نرم‌افزار Eviews میزان این جستجوها در کشورهای مورد مطالعه در ۱۲ سال مذکور که گوگل آن‌ها را علاقه در طی زمان می‌نامد، به‌عنوان متغیرهای مستقل روی متغیر وابسته میزان این جستجوها یا علاقه طی زمان در ایران به‌وسیله رگرسیون تحلیل شده‌است تا وزن هر یک از کشورها روی ایران در مطالعه انتشار این فناوری که با همین علاقه طی زمان سنجیده می‌شود، به‌دست‌آید.

شیوه تخمین در این تحلیل رگرسیونی، روش حداقل مربعات بوده‌است و داده‌های علاقه طی

زمان کشورهای مورد مطالعه به جز ایران یکبار بدون ضریب ثابت C و یکبار با ضریب ثابت C روی داده‌های علاقه طی زمان ایران رگرس شده‌است تا هر کدام که ضریب تعیین یا تشخیص (R^2) بالاتری داشت به‌عنوان مرجع مورد استفاده قرار گیرد. نتایج حاصله حاکی از این است که بدون در نظر گرفتن ضریب ثابت، ضریب تعیین و ضریب تعدیل شده رگرسیون هر دو با اختلافی کم، کمتر از حالت با در نظر گرفتن ضریب ثابت می‌باشد لذا مبنا را بر حضور ضریب ثابت C می‌گذاریم. نتایج به شرح جدول ذیل است.

جدول ۲: نتایج تحلیل رگرسیون داده‌های انتشار فناوری رایانش ابری سایر کشورها
روی داده‌های انتشار در ایران

سطح معنی داری	آماره t	خطای استاندارد	ضریب	ضریب ثابت (C)
۰/۰۰۸۲	۲/۶۵۱۵۸۹	۴/۸۱۷۱۸۴	۱۲/۷۷	ضریب ثابت (C)
۰/۰۰۰۰	۵/۹۵۵۵۶۵	۰/۴۲۶۶۷	۰/۲۵	برزیل
۰/۰۰۰۰	-۱۰/۵۵۲۹۹	۰/۱۴۰۹۱۹	-۱/۴۹	کانادا
۰/۱۸۳۳	-۱/۳۳۲۲۷۸	۰/۱۴۲۲۶۸	-۰/۱۹	آلمان
۰/۰۱۹۲	۲/۳۴۷۱۲۴	۰/۰۵۴۹۷۷	۰/۱۳	هند
۰/۰۰۰۰	-۱۳/۹۱۲۵۸	۰/۰۶۱۱۵۲	-۰/۸۵	ایتالیا
۰/۰۰۰۱	۳/۹۲۸۴۰۴	۰/۰۳۲۱۷۰	۰/۱۳	فیلیپین
۰/۱۰۲۵	۱/۶۳۵۲۴۵	۰/۰۴۸۵۲۸	۰/۰۸	لهستان
۰/۰۳۸۹	۲/۰۶۹۵۰۶	۰/۰۶۰۶۳۱	۰/۱۲	اسپانیا
۰/۰۰۰۰	۳۳/۸۱۶۹۳	۰/۰۶۲۱۵۹	۲/۱	انگلستان
۰/۰۰۰۰	-۱۸/۱۱۳۴۵	۰/۰۴۱۳۹۶	-۰/۷۵	آمریکا
۰/۹۹۶۹۲۹	ضریب تعیین	۰/۹۹۶۸۷۸	ضریب تعیین تعدیل شده (Adjusted R ²)	

هرچند در هر دو حالت، در سطح معنی داری ۰/۰۵، کشورهای آلمان و لهستان، در خصوص فناوری رایانش ابری تأثیر معنی داری روی انتشار آن در ایران نداشته ولی سایر ۸ کشور مورد مطالعه

یعنی برزیل، کانادا، هند، ایتالیا، فیلیپین، اسپانیا، انگلستان و آمریکا تأثیرات معنی‌داری داشته‌اند که در خصوص کانادا، ایتالیا و آمریکا این تأثیر معکوس و باقی آن‌ها مستقیم بوده‌است.

منحنی رشد متناسب با انتشار فناوری در هر کشور

در این بخش به‌وسیله رگرسیون غیرخطی و توسط نرم‌افزار SPSS به برازش منحنی‌های رشد سه‌گانه در این پژوهش (گامپترز، لجستیک و باس) روی داده‌های انتشار فناوری در هر کشور می‌پردازیم تا از طریق مقایسه ضریب تعیین بهترین منحنی رشد (مدل انتشار) مناسب فناوری رایانش ابری در هر کشور را استخراج نماییم.

جدول ۳: مقایسه برازش مدل‌های انتشار برای فناوری رایانش ابری

	مدل باس				مدل لجستیک			مدل گامپترز				
	حد اشباع (L)	ضریب نوآوری (p)	ضریب تقلید (q)	ضریب تعیین (R ²)	حد اشباع (L)	نقطه عطف (m)	نرخ رشد (r)	ضریب تعیین (R ²)	حد اشباع (L)	نقطه عطف (m)	نرخ رشد (r)	ضریب تعیین (R ²)
ایران	۴۹۱۷	۲/۶۲E-۸	۰/۰۲۶	۰/۹۹۵	برازش نشد				۶۵۱۲	۵۲۱	۰/۰۱۲	۰/۹۹۷
برزیل	۱۳۹۷۱	۱/۴۴E-۵	۰/۰۱۸	۰/۹۹۵	۱۳۹۵۲	۳۹۴	۰/۰۱۸	۰/۹۹۵	۱۵۳۱۷	۳۶۷	۰/۰۱۰	۰/۹۹۹
کانادا	۱۰۳۹۴	۷۶۴E-۶	۰/۰۲۰	۰/۹۹۷	۱۰۳۸۹	۳۸۹	۰/۰۲۰	۰/۹۹۷	۱۱۳۳۸	۳۶۴	۰/۰۱۲	۹۹۹/۰
آلمان	۷۶۱۹	۶۸۷E-۶	۰/۰۲۱	۰/۹۹۷	۷۶۱۵	۳۹۰	۰/۰۲۱	۰/۹۹۷	۸۲۲۰	۳۶۴	۰/۰۱۲	۱
هند	۱۸۱۲۴	۱۰۳E-۵	۰/۰۱۹	۰/۹۹۶	۱۸۱۰۷	۴۰۱	۰/۰۱۹	۰/۹۹۶	۱۹۹۲۷	۳۷۵	۰/۰۱۱	۰/۹۹۹

	مدل باس				مدل لجستیک				مدل گامپرتز			
	حد اشباع (L)	ضریب نوآوری (p)	ضریب تقلید (q)	ضریب تعیین (R ²)	حد اشباع (L)	نقطه عطف (m)	نرخ رشد (r)	ضریب تعیین (R ²)	حد اشباع (L)	نقطه عطف (m)	نرخ رشد (r)	ضریب تعیین (R ²)
ایتالیا	۱۰۳۶	۳۲۸/E-۶	۰/۰۲۲	۰/۰۹۹۹	۱۰۳۴	۴۰۱	۰/۰۲۲	۰/۰۹۹۹	۱۱۸۱۵	۳۷۷	۰/۰۱۳	۰/۰۹۹۹
فیلیپین	۸۲۲۷	۱۸۹/E-۷	۰/۰۲۶	۰/۰۹۹۲	۸۲۲۶	۴۵۱	۰/۰۲۶	۰/۰۹۹۲	۸۸۹۴	۴۳۲	۰/۰۱۶	۰/۰۹۹۷
لهستان	برازش نشد				برازش نشد				۴۶۵۰	۳۹۹	۰/۰۲۱	۰/۰۹۹۹
اسپانیا	۱۷۶۱۴	۵۱۶/E-۶	۰/۰۲۰	۰/۰۹۹۶	۱۴۱۷۰	۴۰۶	۰/۰۲۰	۰/۰۹۹۶	۱۵۵۰۱	۳۸۲	۰/۰۱۲	۰/۰۹۹۹
انگلستان	۱۶۰۳۳	۱۳۱/E-۵	۰/۰۱۸	۰/۰۹۹۶	۱۶۰۱۴	۳۹۹	۰/۰۱۸	۰/۰۹۹۶	۱۷۸۲۰	۳۷۴	۰/۰۱۰	۰/۰۹۹۹
آمریکا	۱۵۹۰۲	۱۲۵/E-۵	۰/۰۲۰	۰/۰۹۹۷	۱۵۸۹۲	۳۷۲	۰/۰۲۰	۰/۰۹۹۷	۱۷۰۴۳	۳۴۵	۰/۰۱۲	۱

در تمامی موارد نرخ رشد یا انتشار فناوری‌ها در مدل گامپرتز آهسته‌تر از مدل لجستیک و شاخص تقلید مدل باس می‌باشد که به‌نوعی همان نرخ رشد در منحنی‌های گامپرتز و لجستیک است چراکه مدل گامپرتز را مدل مرگ نیز می‌نامند و این مدل، فرآیند انتشار فناوری را بسیار تدریجی‌تر و در بازه طولانی‌تری مدل می‌نماید. در نهایت منحنی‌های رشد برتر در برازش داده‌های انتشار فناوری رایانش ابری در کشورهای مورد مطالعه به شرح جدول ذیل می‌باشد.

جدول ۴: منحنی رشد منتخب ایران و سایر کشورها

ردیف	کشور	منحنی رشد برتر	ردیف	کشور	منحنی رشد برتر
۱	ایران	گامپرتز	۷	فیلیپین	گامپرتز
۲	برزیل	گامپرتز	۸	لهستان	گامپرتز
۳	کانادا	گامپرتز	۹	اسپانیا	گامپرتز
۴	آلمان	گامپرتز	۱۰	انگلستان	گامپرتز
۵	هند	گامپرتز	۱۱	آمریکا	گامپرتز
۶	ایتالیا	لجستیک - گامپرتز - باس			

زمان رسیدن به اشباع

زمان رسیدن به اشباع برای فناوری رایانش ابری در ایران و سایر کشورهای مورد مطالعه، به شرح جدول ذیل می‌باشد.

جدول ۵: پیش‌بینی زمان رسیدن به اشباع برای فناوری رایانش ابری در ایران و سایر کشورها

کشور	مدل انتشار	مدل لجستیک	مدل گامپرتز	مدل باس		هفته شروع انتشار نسبت به مبدأ	هفته وقوع اشباع نسبت به مبدأ	سال وقوع اشباع
				نقطه عطف	نقطه عطف			
ایران	گامپرتز	-	۵۲۱	-	-	۴۱۳	۷۰۷	۲۰۱۸
برزیل	گامپرتز	-	۳۶۷	-	-	۲۴۰	۵۸۵	۲۰۱۵
کانادا	گامپرتز	-	۳۶۴	-	-	۲۳۹	۵۷۹	۲۰۱۵
آلمان	گامپرتز	-	۳۶۴	-	-	۲۴۰	۵۷۷	۲۰۱۵
هند	گامپرتز	-	۳۷۵	-	-	۲۳۵	۶۱۵	۲۰۱۶
ایتالیا	گامپرتز - لجستیک - باس	۴۰۱	۳۷۷	۳-۶/E۲۸	۰/۰۲۲	۲۴۸	۵۶۹	۲۰۱۵
فیلیپین	گامپرتز	-	۴۳۲	-	-	۳۶۹	۵۴۱	۲۰۱۴

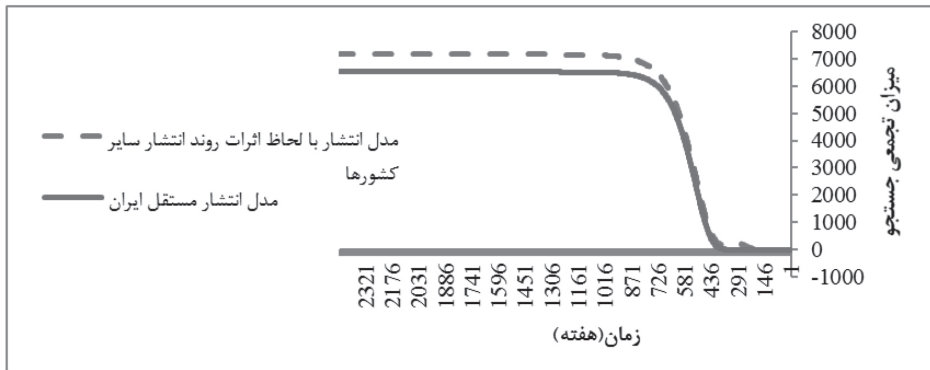
سال وقوع اشباع	هفته وقوع اشباع نسبت به مبدأ	هفته شروع انتشار نسبت به مبدأ	مدل باس		مدل گامپرتز	مدل لجستیک	مدل انتشار	کشور
			ضریب تقلید (q)	ضریب نوآوری (p)	نقطه عطف	نقطه عطف		
۲۰۱۵	۵۵۴	۳۰۹	-	-	۳۹۹	-	گامپرتز	لهستان
۲۰۱۵	۵۷۶	۲۶۹	-	-	۳۸۲	-	گامپرتز	اسپانیا
۲۰۱۶	۶۱۶	۲۳۳	-	-	۳۷۴	-	گامپرتز	انگلستان
۲۰۱۶	۵۹۹	۱۹۷	-	-	۳۴۵	-	گامپرتز	آمریکا

نهایت انتشار فناوری در ایران براساس مجموع ضرایب به دست آمده برای هر کشور در تأثیر آن‌ها روی انتشار فناوری در ایران ضرب در مدل انتشار برگزیده آن کشور، از یک سو و از سوی دیگر مدل انتشار برازش شده برای ایران محاسبه می‌گردد.

رابطه (۴)

$$\begin{aligned}
 & Diffusion(Iran_{Cloud}) \\
 &= \frac{1}{2} \times (6512e^{-\sigma^{-0.012(t-521)}} \\
 &+ \left(12.77 + 0.25 \times 15317e^{-\sigma^{-0.010(t-367)}} - 1.49 \times 11238e^{-\sigma^{-0.012(t-364)}} + 0.13 \right. \\
 &\times 19927e^{-\sigma^{-0.011(t-375)}} - 0.85 \\
 &\left. 11815e^{-\sigma^{-0.015(t-377)}} + \frac{10934}{1 + e^{-0.022(t-401)}} + 10936 * \frac{1 - e^{-(3.28 \times 10^{-6} + 0.022)t}}{1 + \frac{0.022}{3.28 \times 10^{-6}} e^{-(3.28 \times 10^{-6} + 0.022)t}} \right) \\
 &\times \frac{3}{3} \\
 &+ 0.13 \times 8894e^{-\sigma^{-0.016(t-482)}} + 0.12 \times 15501e^{-\sigma^{-0.012(t-382)}} + 2.1 \\
 &\left. \times 17820e^{-\sigma^{-0.010(t-374)}} - 0.75 \times 17043e^{-\sigma^{-0.012(t-345)}} \right)
 \end{aligned}$$

در شکل زیر، نمودار معادله نهایی انتشار فناوری رایانش ابری با در نظر گرفتن روند انتشار در سایر کشورها و تأثیر آن‌ها روی روند انتشار در ایران به شکل خط‌چین ترسیم شده‌است. همچنین منحنی انتشار فناوری رایانش ابری برای ایران براساس داده‌های جستجوی فناوری در ایران و مستقل از روند انتشار در سایر کشورها، بر مبنای مدل گامپرتز برازش شده روی این داده‌ها در نمودار دیگر رسم شده‌است. در مقایسه این دو نمودار مشاهده می‌شود که زمان رسیدن به اشباع در هر دو نمودار تقریباً برابر و حدود ۱۴ سال پس از تاریخ مبدأ داده‌های بررسی شده یعنی ۲۰۰۴، می‌باشد که برابر با سال ۲۰۱۸ میلادی است و تنها حد اشباع متفاوت و با لحاظ اثرات سایر کشورها کمی بالاتر قرار می‌گیرد که این بیانگر نرخ رشد نسبتاً بالاتری در این حالت می‌باشد.



شکل ۴: منحنی‌های انتشار فناوری رایانش ابری در ایران به شکل مستقل و همچنین با لحاظ اثرات روند انتشار سایر کشورها

نتیجه‌گیری

در این پژوهش از داده‌های روند جستجوی اینترنتی کلیدواژه فناوری رایانش ابری به‌عنوان نماینده‌ای برای روند انتشار این فناوری برای پیش‌بینی آینده انتشار این فناوری استفاده شد. اثرات روند انتشار در سایر کشورها روی ایران بررسی شد و همچنین از منحنی‌های رشد و مدل‌های انتشار برای برازش داده‌ها به شکل مستقل استفاده گردید. با لحاظ نمودن اثر روند انتشار فناوری در سایر کشورها، سطح اشباع در مکان بالاتری نسبت به حالت برازش منحنی رشد روی داده‌های مستقل ایران قرار گرفت که

به نوعی می توان این مهم را حاصل اثرات خارجی شبکه ها دانست. چراکه حضور کاربران بیشتری از قبل، کاربران جدید بیشتری را تحریک به استفاده از این فناوری می نماید و همچنین با توجه به ماهیت اشتراکی این فناوری، منجر به هزینه های پایین تر استفاده برای کل کاربران می گردد.

محدودیت اصلی پژوهش این است که از آنجا که فناوری رایانش ابری محصولی از نوع خدمات و نه کالا می باشد لذا برآورد میزان رسوخ و انتشار براساس میزان استفاده (با توجه به این نکته که رایانش ابری خدمتی در بسیاری مواقع رایگان برای مثال در سرویس هایی همچون Email، Google Drive، Dropbox، Soundcloud، Spotify، تمامی سرویس دهنده های می باشد) میسر نبوده و منبع موثقی از سوی ارائه دهندگان خدمات از میزان فروش یا ارائه خدمات خود به مشترکین براساس موقعیت جغرافیایی وجود ندارد چراکه در اکثر مواقع این خدمات در حجم کاربری غیرتجاری و فردی رایگان ارائه می شوند و جذابیتی برای تأمین کنندگان خدمت برای تفکیک میزان استفاده از خدماتشان به تفکیک کشور وجود ندارد. لذا تنها راه تخمین میزان رسوخ و انتشار این فناوری بین کاربران هر کشور، تخمین براساس میزان علاقه به این فناوری در طی زمان (شاخص مورد استفاده گوگل در وب کاوی میزان جستجو در سرویس های وابسته خود) مابین افراد هر کشور است که طبیعتاً کاربران اینترنت هستند.

با توجه به نتایج حاصله از پژوهش، ایران در حدود سال ۲۰۱۸ میلادی به اشباع بازار در زمینه فناوری رایانش ابری خواهد رسید که این مهم بیانگر فرصتی برای کسب و کار و بنگاه های فعال در این زمینه است که می توانند هنوز به رشد بازار این حوزه در ایران امیدوار باشند. همچنین یافته های پژوهش نشان می دهد که در سایر کشورهای مورد مطالعه، این اشباع انتشار فناوری رایانش ابری یا به وقوع پیوسته یا در سال جاری میلادی (۲۰۱۶) اتفاق می افتد که این فرصت یادگیری و محک زنی از تجربیات سایر کشورهای مورد مطالعه در خصوص این فناوری را پدید می آورد. همچنین پیشنهاد می گردد از روش های شبیه سازی و برنامه ریزی سناریو نیز برای راستی آزمایی زمان اشباع و سرعت انتشار این فناوری مهم و نسبتاً نوظهور در ایران، استفاده گردد.

برازش برتر منحنی رشد گامپرتز در تمامی کشورهای مورد مطالعه، نشان می دهد فناوری رایانش ابری روند انتشار تدریجی را بدون حضور فناوری جایگزین که منجر به اشباع زودتر از موعد و کمتر از سقف واقعی پتانسیل پذیرندگان، طی نموده است. همچنین دقت بالای برازش های منحنی های رشد

روی داده‌های روند میزان جستجوی اینترنتی کلیدواژه فناوری رایانش ابری، نشان از مناسب بودن ابزار منحنی‌های رشد و انتشار برای تحلیل داده‌های جستجوی اینترنتی می‌باشد.

همچنین یافته‌ها حاکی از آن است که تأخر بالای ایران در شروع انتشار این فناوری (هفته ۴۱۳ نسبت به مبدأ یعنی شروع ۲۰۰۴ که برابر با شروع سال ۲۰۱۲ است) منجر به سرعت بالاتر انتشار این فناوری در ایران نگشته‌است که این نتایج تحقیقات قبلی در خصوص مستقل بودن نرخ انتشار در کشورهای در حال توسعه نسبت به اثرات تقدم و تأخر سایر کشورها را تأیید می‌نماید. (تالوکدار و همکاران، ۲۰۰۲) (دسیراجو و همکاران، ۲۰۰۴).

در خصوص کشور فیلیپین که پس از ایران متأخرترین کشور در شروع انتشار این فناوری است (هفته ۳۶۹ نسبت به مبدأ یعنی شروع ۲۰۰۴ میلادی که برابر با سال ۲۰۱۱ است) منجر به سرعت بالاتر انتشار این فناوری در فیلیپین گشته به طوری که این کشور به‌عنوان اولین کشور در سال ۲۰۱۴ میلادی به اشباع در خصوص میزان جستجوی اینترنتی کلیدواژه این فناوری رسیده‌است. این مهم در تأیید اثر تقدم و تأخر و مطالعات کالیش، ماهاجان و مولر و همچنین تاکادا و جین می‌باشد که معتقد بر این اصل می‌باشند که کشورهایی که در آن‌ها یک فناوری مفروض، دیرتر معرفی می‌گردد، فرآیند انتشار سریع‌تری را تجربه می‌نمایند چراکه پذیرندگان بالقوه فناوری مفروض در رابطه با آن از پذیرندگان قبلی در کشورهای پیشرو غیرمستقیم می‌آموزند. در صورتی که تجربه کشورهای مقدم و پیشرو در خصوص یک محصول موفق باشد، مخاطره پذیرش آن بین پذیرندگان بالقوه در کشورهای متأخر کمتر شده که این امر منجر به تسریع انتشار در کشورهای متأخر می‌گردد. (تاکادا و جین، ۱۹۹۱) (کالیش، ماهاجان و مولر؛ ۱۹۹۵)

منابع

- Adamuthe, A. C., Tomake, J. V., & Thampi, G. T. (2014). *Technology Forecasting: The Case of Cloud Computing and Sub-Technologies. International Journal of Computer Applications, 106*(2).19-14
- Ansari, R., Forghani, A. (2006). Technology Forecasting, Mutation in Shine. *Tadbir on Management, 17*(175). 73-68 (In Persian)
- Ascher, W. (1978). *Forecasting: An appraisal for policy-makers and planners*. Johns Hopkins University Press. United States
- Bass, F. M. (1969). A new product growth for model consumer durables. *Management science, 15*(5), 215-227.
- Bewley, R., & Fiebig, D. G. (1988). A flexible logistic growth model with applications in telecommunications. *International Journal of forecasting, 4*(2), 177-192.
- B. H. Hall and B. Khan, "Adoption of New Technology," *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, p. 9730+, May 2003.
- Booth, H. (1984). Transforming Gompertz's function for fertility analysis: the development of a standard for the relational Gompertz function. *Population Studies, 38*(3), 495-506.
- Bright, J. R. (1968). *Technological forecasting for industry and government*. Prentice-Hall.
- Chang, B. Y., Li, X., & Kim, Y. B. (2014). Performance comparison of two diffusion models in a saturated mobile phone market. *Technological Forecasting and Social Change, 86*, 41-48.
- Daim, T., Oliver, T., & Kim, J. (2013). *Research and Technology Management in the Electricity Industry*. Springer.
- Desiraju, R., Nair, H & .Chintagunta, P. (2004). Diffusion of new pharmaceutical drugs in developing and developed nations. *International Journal of Research in Marketing, 21*(4)341-357.
- Fisher, J. C., & Pry, R. H. (1971). A simple substitution model of technological change. *Technological forecasting and social change, 3*, 75-88.
- Ganesh, J & .Kumar, V. (1996). Capturing the cross-national learning effects: An analysis of an industrial technology diffusion. *Journal of Academy of Marketing Science, 24*(4)- 328-337.

- Ganesh, J., Kumar, V & ,Subramanian, V . (1997) .Learning effects in multinational diffusion of consumer durables: An exploratory investigation.*Journal of Academy of Marketing Science*,25(3). 214-228.
- Goldenberg, J., & Efroni, S. (2001). Using cellular automata modeling of the emergence of innovations. *Technological Forecasting and Social Change*, 68(3), 293-308.
- Griliches, Z. (1957). Hybrid corn: An exploration in the economics of technological change. *Econometrica, Journal of the Econometric Society*, 501-522.
- Ismail, Z& ,Abu, N. (2013) .New car demand modeling and forecasting using Bass diffusion model .*American Journal of Applied Sciences*,10(6). 536-541.
- Jantsch, E .(1967) .*Technological forecasting in perspective: A framework for technological forecasting, its technique and organisation; a description of activities and an annotated bibliography*.Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Kalish, S., Mahajan, V& ,Muller, E .(1995) .Waterfall and sprinkler new product strategies in competitive global markets .*International journal of research in marketing*,12(2) . 105-119.
- Kucharavy, D., & De Guio, R. (2011). Application of S-shaped curves. *Procedia Engineering*, 9, 559-572.
- Kumar, V& ,Krishnan, T. V . (2002) .Multinational diffusion models: An alternative framework .*Marketing Science*, 21(3). 318-330
- Kumar, V., Ganesh, R& ,Echambadi, R. (1998) .Cross-national diffusion research: What do we know and how certain are we ?. *Journal of Product Innovation Management*,15(3)255-268 .
- Martino, J. P . (1993) .*Technological forecasting for decision making*.McGraw-Hill, Inc.
- Meade, N., & Islam, T. (1995). Forecasting with growth curves: An empirical comparison. *International journal of forecasting*, 11(2), 199-215.
- Meade, N& ,Islam, T . (2001) .Forecasting the diffusion of innovations: Implications for time-series extrapolation .J. S. Armstrong , IN *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*.(577-595). Boston: Springer US.
- Meade, N& ,Islam, T.(2006). Modelling and forecasting the diffusion of innovation–A

25-year review. *International Journal of Forecasting*, 22(3), 545–519.

- Meredith, J. R. & Mantel, S. J. (1995). Appendix B: Technological Forecasting. *Project Management: A Managerial Approach*. John Wiley & Sons.
- Michalakelis, C., Varoutas, D., & Sphicopoulos, T. (2008). Diffusion models of mobile telephony in Greece. *Telecommunications Policy*, 32(3), 245–234.
- Networking, C. V. (2016). Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2015-2020. (White Paper). Cisco.
- Oh, H. S. (1988). The selection of technological forecasting models in life analysis.
- Pearl, R., & Reed, L. J. (1920). On the rate of growth of the population of the United States since 1790 and its mathematical representation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 6(6), 275-288.
- 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), 106–91.
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of Innovations*. New York: The Free Press of Glencoe.
- ADDIN Docear CSL_BIBLIOGRAPHY Steurer, M., Hill, R. J., Zahnhofer, M., Hartmann, C., & Others. (2012). *Modelling the Emergence of New Technologies using S-Curve Diffusion Models*. University of Graz, Department of Economics.
- Sultan, F., Farley, J. U., & Lehmann, D. R. (1990). A meta-analysis of applications of diffusion models. *Journal of marketing research*, 70-77.
- Takada, H. & Jain, D. (1991). Cross-national analysis of diffusion of consumer durable goods in Pacific Rim countries. *The Journal of Marketing*. 48-54,
- Talukdar, D., Sudhir, K. & Ainslie, A. (2002). Investigating new product diffusion across products and countries. *Marketing Science*, 21(1), 97-114
- Voas, J. & Zhang, J. (2009). Cloud computing: new wine or just a new bottle. *IT Professional Magazine*. 11(2), 15-17.
- Wu, F. S., & Chu, W. L. (2010). Diffusion models of mobile telephony. *Journal of Business Research*, 63(5), 497-501.