

Epidemic Model of a Concept within the Subject Classes of Patents: A Case Study on the Term RFID

Mohammad Tavakolizade Ravari

PhD in Knowledge and Information Science; Assistant Professor;
Yazd University; Yazd, Iran tavakoli@yazd.ac.ir

Ali Mansouri

PhD in Knowledge and Information Science;
Assistant Professor; Isfahan University; Isfahan, Iran;
Corresponding Author a.mansouri@edu.ui.ac.ir

Fatemeh Makizadeh

PhD in Knowledge and Information Science; Assistant
Professor; Yazd University; Yazd, Iran makkizadeh@yahoo.com

Ziba Tusi

MA in Scientometrics; Yazd University; Yazd, Iran;
zbtusi@yahoo.com

Iranian Journal of
Information
Processing and
Management

Iranian Research Institute

for Information Science and Technology
(IranDoc)

ISSN 2251-8223

eISSN 2251-8231

Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA

Vol. 32 | No. 1 | pp. 75-91

Autumn 2016

<https://doi.org/10.35050/JIPM010.2016.020>



Received: 9, Nov. 2015

Accepted: 20, Jan. 2016

Abstract: The current research aims at studying the epidemic model of the term RFID within the classes of patents. The research is descriptive and has been conducted based on the mathematical models of diseases. Research population consists of 35,627 granted patents from the USPTO database those which the terms RFID or Radio Frequency Identification occurs in their titles or abstracts. Data analysis was performed through software like Excel, SPSS, and Ravar-Matrix. Findings show that the cumulative growth of sub-classes with the term RFID follows an S-logistic model. This is an evidence of natural growth rate for assigning the term RFID to the USPTO sub-classes over the years. Other finding reveals that the term RFID has been entered into and exited from the sub-classes of patents like the SIS epidemic model of diseases. As a final conclusion, the most technical fields those that are susceptible for RFID technology, have met this technology. On the basis of SIS model, the epidemic of RFID technology has been reached a balance.

Keywords: RFID, Epidemic Model, Patents, SIS Model, Goffman Theory

مدل اپیدمی یک مفهوم در رده‌های موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع: مطالعه موردی اصطلاح RFID

محمد توکلی‌زاده راوری | دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ استادیار؛
دانشگاه یزد | tavakoli@yazd.ac.ir

علی منصوری | دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ استادیار؛
دانشگاه اصفهان؛
پدیدآور رابط | a.mansouri@edu.ui.ac.ir

فاطمه مکی‌زاده | دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ استادیار؛
دانشگاه یزد | makkizadeh@yahoo.com

زیبا طوسی | کارشناسی ارشد علم‌سنجی؛ دانشگاه یزد؛
zbtusi@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۸ | پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰ | مقاله برای اصلاح به مدت ۴ روز نزد پدیدآوران بوده است.



فصلنامه | علمی پژوهشی

پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
(ایرانداکت)

شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۸۲۳۳

شاپا (الکترونیکی) ۲۲۵۱-۸۲۳۱

نمایه در SCOPUS، ISI، LISTA، و

ijpm.irandoc.ac.ir

دوره ۳۲ | شماره ۱ | صص ۱-۱۰

پاییز ۱۳۹۵

<https://doi.org/10.35050/IJPM010.2016.020>



چکیده: هدف اصلی پژوهش حاضر مطالعه مدل اپیدمی اصطلاح RFID در رده‌های موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع است. این پژوهش از لحاظ نوع، توصیفی و از لحاظ روش، مبتنی بر مطالعه مدل‌های ریاضی شیوع بیماری است. جامعه پژوهش شامل ۳۵۶۲۷ پروانه ثبت اختراعی بود که از پایگاه پروانه‌های ثبت اختراع آمریکا استخراج شد و در عنوان یا چکیده آن‌ها اصطلاح RFID و Radio Frequency Identification وجود داشت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای «اکسل»، «اس پی اس»، «سی شارپ» و «راورماتریس» صورت گرفته است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که رشد تجمعی زیررده‌هایی که در طول زمان درگیر موضوع RFID شده‌اند، یک حالت S مانند لجستیکی دارد. این، نشانگر رشد طبیعی میزان درگیر شدن زیررده‌ها با موضوع RFID در طول زمان است. از دیگر یافته‌های پژوهش این است که روند ورود و خروج اصطلاح RFID از زیررده‌های موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع در طول زمان، با مدل شیوع SIS در بیماری‌های واگیردار مطابقت می‌کند. نتایج پژوهش همچنین نشان داد که RFID با مدل اپیدمی مطابقت دارد. اکثر حوزه‌های فنی که این فناوری امکان حضور در آن را داشته، درگیر این فناوری شده‌اند و با توجه به مدل SIS، اپیدمی فناوری RFID به حوزه‌های دیگر فناوری به حد تعادل درآمده است. همچنین، نتایج نشان داد که تعداد رده‌های مربوط به حوزه

مورد بررسی به مدت ۱۵ سال روند رشد داشته و بعد از سال ۲۰۰۷ روند نزولی ثبت اختراعات را به خود اختصاص داده است که یکی از دلایل آن به احتمال، جایگزینی فناوری‌های مرتبط جدید است. به طور کلی، نتایج نشان‌دهنده آن است که فناوری‌های جدیدی در حال جایگزینی فناوری RFID است.

کلیدواژه‌ها: شناسایی فرکانس‌های رادیویی (RFID)، مدل‌های شیوع، پروانه‌های ثبت اختراع، مدل SIS، نظریه گافمن

۱. مقدمه

پژوهشگران از راه‌های مختلفی برای انتقال اندیشه‌های خود سود می‌جویند. آنان تجربه پژوهشی خود را ضبط می‌کنند و با این وسیله به افکار، مشاهدات، یافته‌های خود و ترکیب نتایج حاصله عینیت می‌بخشند. اندیشه‌ها و افکار می‌تواند نتیجه درک مسئله و یا مشکلی باشد که با استفاده از روش پژوهش در جامعه پژوهشی مورد بررسی قرار می‌گیرد و یافته‌ها در قالب مقاله کنفرانس یا همایش، مقاله مجلات، طرح پژوهشی، پروانه ثبت اختراع و کتاب منتشر شده و موجب انتقال دانش می‌شود. در زمینه انتقال دانش و استفاده از آن، نظریات متفاوتی در بین صاحب‌نظران وجود دارد که یکی از این نظریه‌ها، نظریه مدل واگیری اطلاعات «گافمن و نویل» است. از نظر آن‌ها شباهت‌های زیادی را می‌توان بین فرایند انتقال اندیشه و انتقال و شیوع بیماری باز شناخت (Goffman and Newill 1964). برای تجزیه و تحلیل چگونگی شیوع بیماری در یک جامعه و الگوی آن از مدل‌های ریاضی شیوع استفاده می‌شود. استفاده از مدل‌های ریاضی، مزیت احتمال پیش‌بینی دقیق را به همراه دارد. برای بررسی الگوی شیوع بیماری با استفاده از مدل ریاضی از سه متغیر S، I و R^۱ (SIR) استفاده می‌کنند:

۱. افراد سالمی که می‌توانند به بیماری مبتلا شوند (S)
۲. کسانی که بیمارند و می‌توانند آن را انتقال دهند (I)
۳. افرادی که بیماری داشته‌اند و در حال حاضر در برابر آن ایمن شده‌اند یا حذف شده‌اند (R).

«مکندریخ و کرماخ» اولین بار در مقاله خود برای مطالعه شیوع طاعون سیاه از مدل سه متغیره SIR استفاده کردند (Mckendric and kermack 1972). زمان، مهم‌ترین عنصر این مدل است که تأثیر آن غیرقابل چشم‌پوشی است؛ چون فقط زمان تعیین می‌کند که یک موجودیت یا بیماری دچار اپیدمی می‌شود یا نه (Heesterbeek 2000). در مقابل، برخی از بیماری‌ها مثل سرماخوردگی یا آنفولانزا هستند که به صورت طولانی عمر نمی‌کنند. چنین بیماری‌هایی با انجام درمان، بهبود

1. Susceptible, Infected and Removed

می‌یابند ولی، بیماری از بین نمی‌رود و افراد در برابر بیماری هیچ مصونیتی ندارند و امکان ابتلاء مجدد وجود دارد. برای نشان‌دادن شیوع چنین بیماری‌هایی، از مدل دو متغیره، افراد حساس (S) و افراد آلوده (I) استفاده می‌شود (Hethcote 1989) که به آن مدل SIS^1 می‌گویند. در این مدل، بر خلاف مدل (SIR) اندازه جمعیت متغیر است و نسبت جمعیت حساس به کل جمعیت آلوده در نهایت، به صفر می‌رسد (Allen and Burgin 2000). در این مدل هنگامی که اندازه جمعیت متغیر است، متغیرها رفتارهای مختلفی از خود نشان می‌دهند؛ یعنی با افزایش میزان بیماری، افراد درگیر شونده نیز افزایش می‌یابد و به عبارت دیگر، رفتار افراد درگیر شده با بیماری به صورت تابع خطی است. افزایش یا کاهش هر کدام از متغیرها بر دیگری نیز تأثیر می‌گذارد (West and Thompson 1977). متغیرهایی که در مدل‌های شیوع وجود دارند، عبارت‌اند از: افراد سالمی که می‌توانند به بیماری مبتلا شوند (S)²، کسانی که بیمارند و می‌توانند آن را انتقال دهند (I)³، و افرادی که بیماری داشته‌اند و در حال حاضر، در برابر آن ایمن یا حذف شده‌اند (R)⁴.

با توجه به الگوی شیوع بیماری‌ها بر اساس مدل ریاضی، امکان تعمیم این الگو به چگونگی شکل‌گیری و اشاعه و همه‌گیر شدن یک اندیشه و یافته علمی در میان جامعه وجود دارد. اگر بخواهیم مدل شیوع بیماری را به انتقال اندیشه‌ها تعمیم دهیم، باید هر فرد از افراد جمعیت را کسانی بدانیم که احتمال دارد در یک موقعیت زمانی به گروه یا گروه‌های علمی و پژوهشی حوزه موضوعی خاصی تعلق داشته باشد و در آن‌ها عضو باشد. در این تشبیه، مبتلایان پدیدآورندگان و پژوهشگرانی هستند که اندیشه‌هایی برای انتقال دارند (I) و کسانی که با این اندیشه‌ها (مواد آلوده) تماس می‌گیرند (S) آسیب‌پذیرند؛ چرا که احتمال دارد این اندیشه‌ها به آن‌ها هم سرایت کند.

جمعیت در این مدل شامل مشارکت متغیرها به صورت دو به دو یا دوسویه است. به عبارت دیگر، دو جفت متغیر (افراد حساس و افراد آلوده) می‌توانند آلوده شدن یا خروج جفت را تغییر دهند. پارامترهای دو به دو نیاز به آگاهی از توزیع انواع جفت‌ها در جمعیت دارد که این امر از طریق ترکیب (ماتریس) به عنوان یک میانگین برای مدل استفاده می‌شود (Anderson 1988; Eames and Keeling 2002). از مزایای دو به دو بودن این مدل آن است که ارتباط بین این افراد و افرادی را که تازه آلوده (نویسنده و پژوهشگر) و وارد شبکه بیماری (حوزه پژوهشی) شده‌اند، نشان می‌دهد (Keeling et al. 1997).

«ویلیام گافمن و نوئل» اولین کسانی بودند که نظر خود را در باره تحولات علمی، یا به قول خود «ارتباط علمی»، تحت عنوان «واگیری اطلاعات» در حوزه اطلاع‌رسانی در سال ۱۹۶۴ مطرح

1. Susceptible, Infected, Susceptible (مستعد- آلوده- مستعد)

2. susceptible

3. infected

4. removed

کردند (Sternberg 2000). آن‌ها معتقد بودند که اشاعه اندیشه‌های علمی در میان دانشمندان در حالت واگیری، به شکل انتشار ویروس آنفولانزا در میان مردم است. در واگیری بیماری با عامل مسری سروکار داریم، در حالی که در ارتباط علمی، این اطلاعات است که می‌تواند در قالب عقاید درست یا نادرست منتقل شود. در هر دو حالت، باید فردی وجود داشته باشد که عامل مسری یا اندیشه را عرضه کند، ناقلی که آن را انتقال دهد، و محیطی که آن را دریافت کند (Goffman and Newill 1964).

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، مدل شیوع ریاضی این قابلیت را دارد که چگونگی شکل‌گیری و اشاعه اندیشه‌ها و یافته‌های علمی را نیز بررسی می‌کند. بنابراین، می‌توان دریافت که مدل‌های ریاضی در حدس‌های کمی قابل استفاده هستند و می‌توان بر اساس مدل شیوع بیماری‌ها (که یک مدل ریاضی است) دریافت که آیا روند انتقال فناوری و اندیشه‌های علمی همانند مراحل رشد و شیوع یک بیماری است. یکی از ابزارهای بررسی روند انتقال فناوری و اندیشه‌های علمی، مطالعه شیوع یک مفهوم، اندیشه یا فناوری در رده‌های موضوعی و زیرشاخه‌های آن‌هاست. حضور یک اصطلاح در پروانه‌های ثبت اختراع یک حوزه موضوعی نشان می‌دهد که آن اصطلاح در آن رده رواج پیدا کرده است. از این روش می‌توان به‌طور غیرمستقیم پی برد که متخصصان و تکنسین‌های درگیر^۱ با این اصطلاح یا عبارتی فناوری، از چه حوزه‌هایی بوده‌اند و کدام حوزه‌های موضوعی برای شکل‌گیری آن فناوری لازم بوده‌اند و چه حوزه‌هایی در نتیجه تکامل حذف شده‌اند. از آنجا که بر خلاف کتاب‌ها، هر پروانه ثبت اختراع معمولاً بیش از یک رده دریافت می‌کند، می‌توان دریافت که برای یک اختراع، همزمان چه رده‌هایی درگیر بوده‌اند. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، مطالعه رده‌های موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع امکان مطالعه رواج اندیشه، حوزه‌های موضوعی مختلف در فرایند توسعه یک موضوع از فناوری را ممکن می‌سازد. بر این اساس، مطالعه شیوع اصطلاحات موضوعی در رده‌های موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع RFID مورد توجه این پژوهش است. آنچه باید بدان توجه کرد، این است که جایگاه دقیق حوزه‌های موضوعی مختلف در فرایند ظهور و توسعه فناوری RFID و نحوه تعامل این حوزه‌های موضوعی با یکدیگر روشن نیست. برای حل آن می‌توان به مطالعه مدل شیوع این فناوری در رده‌های موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع و رابطه این رده‌ها با یکدیگر در فرایند ظهور و توسعه فناوری یادشده پرداخت.

۱. این نوشتار، اصطلاح درگیر شدن مترادف با آلوده شدن در بحث شیوع بیماری‌ها در حوزه پزشکی است، اما چون آلوده شدن معنای منفی دارد، از اصطلاح درگیر شدن استفاده می‌شود.

۲. پرسش‌های پژوهش

- ◇ زیررده‌های موجود و تازه‌وارد به فناوری RFID کدام‌اند؟
- ◇ بروز موضوع RFID در زیررده‌های پروانه‌های ثبت اختراع USPTO، در طول زمان چه روندی داشته است؟
- ◇ زیررده‌های موجود و تازه‌وارد به فناوری RFID کدام‌اند؟
- ◇ اپیدمی حوزه RFID در پروانه‌های ثبت اختراع در سامانه USPTO بر چه مدلی منطبق است؟

۳. پیشینه پژوهش

«ویلیام گافمن» و همکارش «نویل» از اولین کسانی بودند که انتقال اطلاعات در جامعه را به بیماری تشبیه کرده و در پژوهشی با عنوان «مدل ریاضی برای بررسی رشد یک نظریه علمی» گسترش یک ایده یا نظریه علمی در جامعه را با استفاده از مدل SIR تجزیه و تحلیل کرده‌اند (Goffman and Newill 1964). «بن کورت» و همکاران با استفاده از مدل SIR به مطالعه چگونگی گسترش ایده «قدرت خوب است» در بین جوامع ایالات متحده آمریکا، ژاپن و اتحاد جماهیر شوروی سابق بلافاصله بعد از جنگ جهانی دوم پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تشابه زیادی بین گسترش یک ایده با گسترش بیماری وجود داد. همان‌طور که بیماری با گذشت زمان، افراد زیادی را مبتلا می‌کند، یک ایده یا نظریه نیز برای مدت طولانی افراد را درگیر خود می‌کند. آن‌ها همچنین، نشان دادند که این درگیری می‌تواند در جوامع مختلف متفاوت باشد. ایالات متحده آمریکا با سریع‌ترین نرخ رشد و ژاپن با پایین‌ترین نرخ رشد در نمودار اپیدمی ایده قرار گرفتند که این تفاوت ناشی از جغرافیای سیاسی در این دو کشور است (Bttencourt 2006). «لئو و جیانگ» مدل شیوع SIR را برای انتشار فناوری در چند شرکت خوشه‌ای بررسی کرده‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که انتشار دستاوردها و تحقیقات علمی رفتاری با انتشار بیماری مشابهت دارد. علاوه بر این، تغییر نمایی نمودار نسبت رقابت بین دو نوع فناوری فرضی میزان موفقیت مدل انتشار فناوری را نشان می‌دهد (Luo and Jiang 2006). «آنگوستوپولوس» و همکاران به مدل تحلیلی چند-شیوعی برای انتشار اطلاعات پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بر خلاف مدل کلاسیک شیوع، که در آن یک فرد آلوده می‌شود و سپس افراد دیگر را آلوده می‌کند و بعد از مدتی به دوره خاموشی می‌رسد، در مدل چند-شیوعی هر کدام از گره‌ها یا افراد آلوده به تنهایی قادر به شیوع دوباره با شدتی بیشتر هستند که این، در جریان شیوع پایدار است. آن‌ها با بهره‌برداری از مدل شیوع SIS بیماری‌ها، مدل شیوع اطلاعات را مطرح کرده و به این نتیجه دست یافتند که گره‌های آلوده سبب شیوع قوی‌تر یا همان تولید اطلاعات جدیدتر می‌شوند

(Anagnostopoulos et al. 2011). «لیو و خیائو» برای انتشار بیماری در درون شبکه جهانی کوچک، از مدل‌های شیوع، یعنی SIR و SEARS استفاده کردند (Liu and Xiao 2012).

«کانارالا و اسپچلر» مدل اپیدمی را بر روی شبکه‌های اجتماعی «مای اسپیس»^۱ و «فیس بوک» بررسی نموده‌اند (Cannarella and Spechler 2014) و معتقدند که پیوستن و رهاکردن کاربران این شبکه‌های اجتماعی همانند شیوع یک بیماری است. به عبارت دیگر، آنان پیوستن افراد به این شبکه‌های اجتماعی را مشابه آلوده شدن و ترک شبکه را مشابه بهبودی از بیماری می‌دانند. آنان بر اساس مدل SIR به این نتیجه دست یافتند که شبکه اجتماعی «فیس بوک» بین سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۱۷ با کاهش سریع و از دست دادن ۸۰ درصد از کاربران خود مواجه خواهد شد.

«صنعتی آگاه» برای تجزیه و تحلیل مدل انتقال بیماری در یک جامعه به بررسی انواع مدل‌های ریاضی متناظر با مسئله شیوع بیماری انتقالی در یک جامعه (با اندازه متغیر یا ثابت) پرداخته است. او برای این کار افراد جامعه را به چند دسته مجزا از هم تقسیم‌بندی کرد: (S) افراد سالم که مستعد بیماری‌اند، (E) افرادی که بیماری در آن‌ها نهفته و پنهان است، (I) افراد بیماری که می‌توانند بیماری را به دیگران انتقال دهند، و (R) افرادی که تحت پوشش‌اند و یا قرنطینه شده‌اند با فرض ثابت بودن جمعیت کل جامعه. سیستم معادلات دیفرانسیل مدل SEIR از فرم SEI و در جمعیتی با اندازه متغیر از مدل SIRS از فرم دستگاه معادلات SIR پیروی می‌کند (۱۳۸۳). همچنین، «خدابنده» در بررسی فرایندهای پخش در شبکه‌های جهان کوچک به این نتیجه دست یافته است که بیشتر نظام‌های واقعی از قبیل نظام‌های اجتماعی، بیولوژیکی و ارتباطی را می‌توان با یک شبکه پیچیده مدل‌سازی نمود. در این شبکه‌ها، رأس‌ها نمایانگر اجزای سیستم و اتصال‌ها نشان‌دهنده برهم‌کنش بین اجزای سیستم هستند (۱۳۸۳). «بابایی روحی و امانی» با به کارگیری مدل اپیدمیولوژی SIR در تعیین شیوع بیماری سرخک به این نتیجه دست یافتند که با بزرگ‌تر بودن R_0 از عدد یک، اپیدمی سرخک در کشور در سال ۷۵ به وقوع پیوسته است (۱۳۸۳).

با توجه به مرور پیشینه‌ها درمی‌یابیم که مدل ریاضی شیوع در حوزه اشاعه اطلاعات و دانش و همچنین، شکل‌گیری حوزه‌های موضوعی صادق است؛ ضمن اینکه بررسی پژوهش‌ها نشان داد که با توجه به اهمیت پروانه‌های ثبت اختراع، پژوهشی پیرامون موضوع شیوع موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع به طور کلی، و حوزه موضوعی فناوری RFID به طور خاص، صورت نگرفته است و پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه شیوع بیماری‌ها و شیوع اطلاعات و فناوری بوده است.

۴. روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ نوع، توصیفی و از لحاظ روش، مبتنی بر مطالعه مدل‌های ریاضی شیوع بیماری است. جامعه پژوهش را پروانه‌های ثبت اختراعی تشکیل می‌دهند که در عنوان یا چکیده آن‌ها اصطلاح "RFID" یا "Radio Frequency Identification" وجود دارد. این پروانه‌های ثبت اختراع، از سامانه پروانه‌های ثبت اختراع مؤسسه ثبت اختراعات و علائم تجاری ایالات متحده آمریکا (USPTO) بازیابی شدند.

۵. مراحل اجرای پژوهش

مرحله اول، جست‌وجو و دانلود پروانه‌های ثبت اختراع مرتبط با موضوع RFID: با جست‌وجوی کلمه RFID و Radio Frequency Identification در عنوان و چکیده پروانه‌های ثبت اختراع موجود در پایگاه پروانه‌های ثبت اختراعات آمریکا (USPTO)، در مجموع ۳۵۶۲۷ پروانه ثبت اختراع بازیابی و فهرست آن‌ها از طریق یک برنامه رایانه‌ای توسط پژوهشگران، به صورت جدول در یک فایل متنی ذخیره شد.

مرحله دوم، استخراج اطلاعات مورد نیاز از صفحات ذخیره‌شده: در این مرحله از رکوردهای بازیابی شده در مرحله قبل، علاوه بر رده‌های موضوعی، عنوان و تاریخ ثبت اختراع نیز استخراج گردید. برای این کار، به دلیل حجم وسیع داده‌ها برنامه‌ای به زبان «سی شارپ» طراحی شد که اطلاعات را استخراج و با فرمت «اکسل» ذخیره می‌کرد.

مرحله سوم، جست‌وجوی رده‌های US و ذخیره آن‌ها در نرم‌افزار «اکسل»: رده‌بندی US یک رده‌بندی عددی است. طبق بررسی، معلوم گردید که رده‌بندی موضوعی «USPTO» از ۴۷۳ رده اصلی و صدها هزار زیررده در سلسله‌مراتب و سطوح مختلف موضوعی تشکیل شده است. از طریق نوشتن یک برنامه رایانه‌ای دیگر به زبان «سی شارپ»، کد تمامی زیررده‌های فرعی به سطح اول آن‌ها تبدیل شد. مثلاً اگر کد سطح اول ۳۴ و سطح دوم از سلسله‌مراتب موضوعی ۳۵ بود، کد ۳۵ به ۳۴ تبدیل شد تا یکدستی در سطوح موضوعی صورت گیرد. به عبارتی، زیررده‌های خاص‌تر به بالاترین و عام‌ترین سطح تبدیل شدند.

مرحله چهارم، تبدیل اعداد رده‌بندی به موضوع رده‌ها: با فرایند صورت گرفته در مرحله قبلی، مشخص گردید که در مجموع ۱۶۱۱۶۲ رده فرعی در سطح اول زیررده‌ای در رده‌بندی «USPTO» وجود دارد. برای مفهوم‌دار شدن رده‌های اصلی و رده‌های فرعی داده‌شده به هر پروانه

1. United States Patent and Trademark Office

ثبت اختراع، کدهای عددی اصلی و فرعی کدگشایی و به زبان طبیعی برگردانده شد. برای رسیدن به این هدف نیز با طراحی یک برنامه رایانه‌ای به زبان «سی شارپ»، شماره رده‌ها بر اساس فهرست رده‌های موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع در سامانه «USPTO» به عنوان غیرنمادی (زبان طبیعی) تبدیل شدند. به عبارت دیگر، در خروجی برنامه، موضوع جایگزین اعداد بود.

مرحله پنجم، محاسبه سال آغازین، سال پایانی، تعداد موضوعات درگیرشده، تعداد موضوعات جدید، تعداد موضوعات قدیمی هر سال: در این مرحله داده‌های نهایی وارد «اکسل» شد. به دلیل اینکه تاریخ موضوعات به صورت روز، ماه و سال تنظیم شده بود، بایستی ابتدا سال از آن استخراج می‌شد. برای این کار، داده‌ها در نرم‌افزار word کپی شد. با کمک امکانات جایگزین کردن^۱ در این نرم‌افزار، ابتدا روز و سپس، ماه حذف شد تا تاریخ به صورت سال درآید. علامت «;» نیز تبدیل به پاراگراف و تب^۲ شد تا موضوعات مربوط به هر سال در «اکسل» در سطری جداگانه باشد. در «اکسل» ابتدا داده‌ها بر اساس ستون موضوع، سپس بر اساس سال از کوچک به بزرگ مرتب شد. بعد از آن، سال آغازین استفاده از هر یک از موضوعات به دست آمد. منظور از سال آغازین، سالی است که موضوع مورد نظر در پروانه‌های ثبت اختراعات ثبت شده برای اولین بار حضور یافته است.

مرحله ششم، محاسبه عمر مفید، متوسط استفاده سالانه و رده‌های پر استفاده: در این مرحله نیز همانند مراحل قبل، ابتدا سال آغازین و پایانی هر رده موضوعی مشخص شد. عمر استفاده هر موضوع با کم کردن سال پایانی از سال آغازین به دست آمد. متوسط استفاده سالانه نیز از طریق تقسیم فراوانی بر عمر به دست آمد.

برای به دست آوردن رده‌های پر استفاده، ابتدا دستور زیر در برنامه «اکسل» اجرا شد. قابل ذکر اینکه قبل از محاسبه رده‌های پر استفاده لازم است دو شرط برقرار باشد: شرط اول، باید حداقل ۸ سال عمر مفید داشته باشد و شرط دوم، باید در هر سال دست کم به طور متوسط در ۱ پروانه ثبت اختراع دیده شده باشد. این اعداد بر اساس محاسبه تابع Percentile در سطح ۰/۶۷ در «اکسل» به دست آمد.

$$=IF(A2<>A1;C2;I2)$$

مرحله هفتم، استخراج رده‌های اصلی: برای این کار، ابتدا باید رده‌های اصلی و رده‌های فرعی از هم جدا می‌شد. به دلیل حجم بالای داده‌ها، این کار به صورت دستی امکان‌پذیر نبود. بنابراین، با نوشتن یک برنامه به زبان «سی شارپ»، این رده‌ها از هم جدا و سپس وارد «اکسل» شدند.

1. replace

2. Tab

۶. یافته‌ها

۶-۱. زیررده‌های موجود و تازه‌وارد به فناوری RFID

استخراج رده‌های موجود در ۳۵۶۲۷ پروانه ثبت اختراع نشان داد که در کل ۴۷۳ رده اصلی و 161162 رده فرعی که یک سطح پایین‌تر از رده‌های اصلی هستند، در سامانه «USPTO» وجود دارد. در این بخش، چگونگی درگیر شدن این زیررده‌ها در حوزه «RFID» در طول سال‌های مختلف مورد توجه قرار می‌گیرد.

جدول ۱. توزیع فراوانی زیررده‌های موجود و تازه‌وارد به فناوری RFID به تفکیک سال

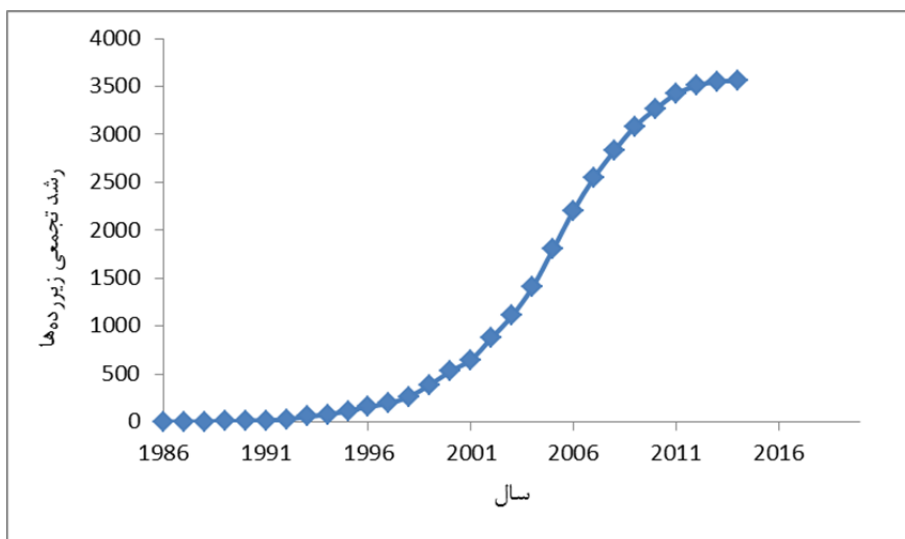
ردیف	سال	رده‌های تازه‌وارد	رده‌های اصلی	تعداد کل	ردیف	سال	رده‌های تازه‌وارد	رده‌های اصلی	تعداد کل
۱	۱۹۸۶	۲	۰	۲	۱۶	۲۰۰۱	۱۱۹	۲۰۸	۳۲۷
۲	۱۹۸۷	۰	۰	۰	۱۷	۲۰۰۲	۲۲۷	۲۶۴	۴۹۱
۳	۱۹۸۸	۴	۰	۴	۱۸	۲۰۰۳	۲۳۱	۴۰۴	۶۳۵
۴	۱۹۸۹	۲	۰	۲	۱۹	۲۰۰۴	۲۹۹	۵۲۵	۸۲۴
۵	۱۹۹۰	۳	۲	۵	۲۰	۲۰۰۵	۳۹۴	۷۳۳	۱۱۲۷
۶	۱۹۹۱	۶	۰	۶	۲۱	۲۰۰۶	۴۰۴	۸۹۶	۱۳۰۰
۷	۱۹۹۲	۱۱	۱	۱۲	۲۲	۲۰۰۷	۳۴۴	۱۰۸۸	۱۴۲۸
۸	۱۹۹۳	۲۹	۷	۳۶	۲۳	۲۰۰۸	۲۸۴	۱۱۲۱	۱۴۰۵
۹	۱۹۹۴	۱۹	۱۳	۳۲	۲۴	۲۰۰۹	۲۵۱	۱۱۸۱	۱۴۳۲
۱۰	۱۹۹۵	۴۱	۲۲	۶۳	۲۵	۲۰۱۰	۱۸۲	۱۱۸۳	۱۳۶۵
۱۱	۱۹۹۶	۴۳	۳۷	۸۰	۲۶	۲۰۱۱	۱۵۸	۱۲۱۶	۱۳۷۴
۱۲	۱۹۹۷	۳۵	۴۴	۷۹	۲۷	۲۰۱۲	۸۳	۱۰۵۴	۱۱۳۷
۱۳	۱۹۹۸	۷۱	۸۵	۱۵۶	۲۸	۲۰۱۳	۴۵	۶۵۷	۷۰۲
۱۴	۱۹۹۹	۱۲۴	۱۱۲	۲۳۶	۲۹	۲۰۱۴	۶	۱۷۷	۱۸۳
۱۵	۲۰۰۰	۱۴۱	۱۵۲	۲۹۳					

با شناسایی زیررده‌های موجود و رده‌های تازه‌وارد (نویدها) در جدول (۱) مشخص گردید که تعداد موضوعات تازه‌وارد از سال ۱۹۹۲ روندی روبه‌رشد داشته و هر ساله تعداد زیادی رده به حوزه «RFID» افزوده شده است. این رشد به‌صورتی چشمگیر تا سال ۲۰۰۶ ادامه داشته است. ولی، از سال ۲۰۰۷ تا سال ۲۰۱۳ از تعداد موضوعات جدید که وارد حوزه «RFID» شده‌اند، کاسته شده

و بر عکس تعداد موضوعات موجود یا قدیمی این فناوری، جز در سال‌های پایانی، در حال افزایش است. به عبارت دیگر، ورود فناوری «RFID» در رده‌های موضوعی جدید رو به کاهش است.

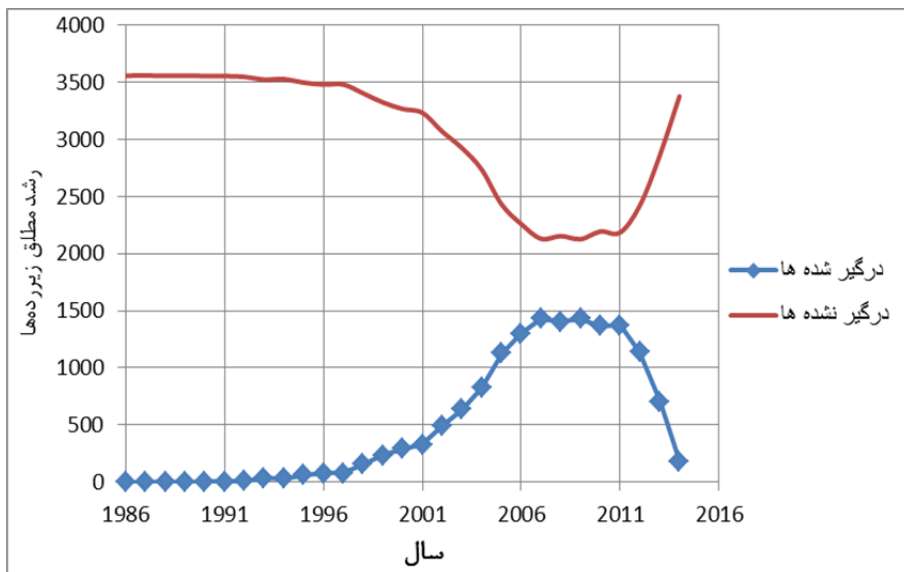
۶-۲. بروز موضوع «RFID» در زیررده‌های پروانه‌های ثبت اختراع «USPTO»، در طول زمان چه روندی داشته است؟

برای پاسخ به این سؤال، زیررده‌ای پروانه‌های ثبت اختراعی که بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۴، درگیر موضوع «RFID» شده بودند، در نظر گرفته شد. از مجموع ۱۶۱۱۶۲ زیررده در سامانه «USPTO»، ۳۵۵۸ موضوع، درگیر «RFID» شده‌اند.



نمودار (۱) نشان می‌دهد که رشد تجمعی زیررده‌هایی که در طول زمان درگیر موضوع RFID شده‌اند، یک حالت S مانند لجستیکی^۱ دارد که از ۲ در سال ۱۹۸۶ به ۳۵۵۸ در سال ۲۰۱۴ رسیده است. اگر تنها جمعیت مطلق رده‌های درگیر شده در هر سال را در نظر بگیریم و نمودار مربوط به تعداد رده‌هایی را که در هر سال درگیر موضوع یادشده بوده‌اند و همچنین، نمودار تعداد رده‌هایی را که در آن زمان درگیر این موضوع نبوده‌اند (از تعداد ۳۵۵۸)، رسم کنیم، تصویری مانند نمودار ۲ حاصل می‌شود.

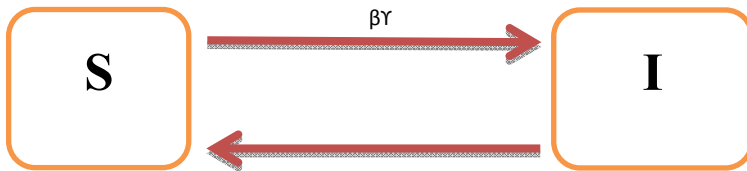
۱. روند رشد طبیعی جمعیت در طول زمان را رشد لجستیکی گویند.



نمودار ۲. نمودار رشد زیررده‌های مستعد واگیری فناوری «RFID» در پروانه‌های ثبت اختراع «USPTO»

در نمودار ۲، روند افزایش و کاهش فراوانی زیررده‌های درگیر شده با موضوع «RFID»، مدل شیوع SIS در بیماری‌های واگیردار را تداعی می‌کند؛ چون رده‌هایی که در سال‌های مورد بررسی وارد شده، یا به عبارت دیگر، درگیر حوزه «RFID» شده و رده‌هایی که خارج شده‌اند یا درگیر نشده‌اند، برابرند و در آن هیچ ضمانتی وجود ندارد که یک رده که اکنون درگیر نیست، در آینده مجدداً درگیر نشود. بالاتر از همه اینکه، پس از گذشت زمان، یعنی سال ۲۰۰۶ روند رشد به یک حالت لجستیک و یکنواخت درآمده است. البته، مطابق این مدل، انتظار می‌رود که کاهش شدید به وجود نیاید. اما از سال ۲۰۱۱ این کاهش شدید حاصل شده است که می‌تواند به علت تکمیل نبودن پایگاه «USPTO» در سه سال آخر باشد که باعث کاهش فراوانی پروانه‌های مورد نظر در سه سال اخیر شده است.

در مدل SIS همانند سایر مدل‌های شیوع، روند شیوع بیماری یک پدیده وابسته به زمان است. به طور کلی، می‌توان این مدل را یک مجموعه N (جمعیت) و مجموعه‌ای از کشورها S (مستعد پذیرش) در نظر گرفت. فرض بر این است که در جامعه همه افراد در ابتدا همگی مستعد پذیرش هستند. در این حالت،



◇ افراد حساس (S)

◇ افراد آلوده (I)

با فرض اینکه جمعیت ثابت است، این نتیجه به دست می آید که افرادی که مستعد پذیرش هستند و در کلاس (S) قرار دارند، با نرخ β وارد کلاس (I) می شوند و بر عکس، افرادی که آلوده هستند و در کلاس (I) قرار دارند، با نرخ γ وارد کلاس (S) می شوند یا به عبارت دیگر، بهبود می یابند. بر اساس این فرضیات معادلات زیر را داریم:

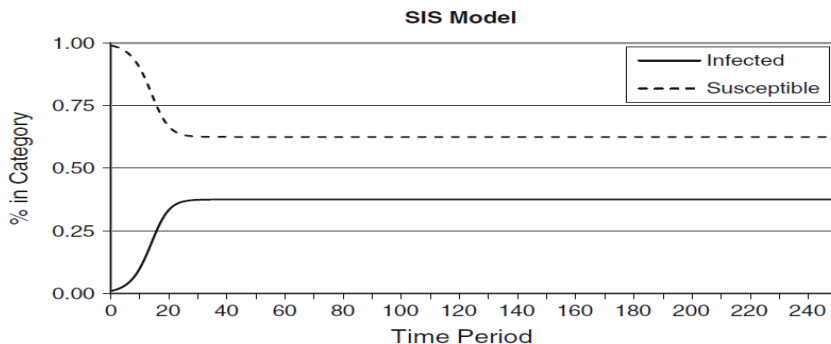
$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\beta SI}{N} + \gamma I$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I$$

و سپس:

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{dI}{dt} \Rightarrow dI = -dS \quad \text{که } I = -S$$

از حل معادلات فوق می توان به این نتیجه رسید که $I = -S$ پس تغییرات نمودار S عکس تغییرات نمودار I خواهد بود. به بیان دیگر هر جا S صعودی باشد، رفتاری نزولی خواهد داشت و بالعکس در ماکزیمم I، S کمترین مقدار خود را خواهد داشت. نمودار زیر این نتیجه را تأیید می کند:



نمودار ۳. مدل اپیدمی SIS (Tassier 2013)

۷. بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به بررسی رده‌های پروانه‌های ثبت اختراعات منتشرشده در حوزه «RFID» در سامانه پروانه‌های ثبت اختراعات مؤسسه ثبت اختراعات و علائم تجاری ایالات متحده آمریکا «USPTO» پرداخته است. در بررسی زیررده‌های موجود و رده‌های تازه‌وارد (نوپیدا) جدول ۱ نشان داد که آمار رده‌های موجود هر سال با تعداد کل رده‌های سال قبل یکسان نیست. برای مثال، از سال ۱۹۹۲ روندی روبه‌رشد داشته است، ولی از سال ۲۰۰۷ تا سال ۲۰۱۳ از تعداد موضوعات جدید که وارد حوزه «RFID» شده‌اند، کاسته شده است. علت این امر آن است که فناوری «RFID» در اواخر قرن بیست خیلی زیاد مورد توجه واقع شد و در خیلی از صنایع و به‌خصوص فناوری‌های امنیتی مورد استفاده قرار گرفت و در اواخر دهه اول قرن بیست‌ویک فناوری‌های جدید امنیتی جایگزین این نوع فناوری گردید. پس، کاهش توجه به این فناوری از سال ۲۰۰۷ به بعد طبیعی است. علت دیگر، این است که تعدادی از رده‌های موجود در یک سال ممکن است در سال بعد به موضوع «RFID» نپرداخته و از دور خارج شده باشند. همچنین، رشد تجمعی زیررده‌هایی که در طول زمان درگیر موضوع «RFID» شده‌اند، یک حالت S مانند لجستیکی دارد (نمودار ۱)، به گونه‌ای که از ۲ رده در سال ۱۹۸۶ به ۳۵۵۸ در سال ۲۰۱۴ رسیده است. این یافته‌ها رشد طبیعی نفوذ اصطلاح «RFID» به زیررده‌های مختلف «USPTO» در طول زمان را نشان می‌دهد که ظهور آن در مشهورترین منابع مضبوط حوزه فناوری، یعنی پروانه‌های ثبت اختراع، از سال ۱۹۸۶ بوده است.

در بسیاری از مسائل دنیای واقعی، رشد به صورت S شکل است. این نوع رشد به «رشد لجستیک» نیز معروف است و ترکیبی از رشد نمایی حاصل از بازخورد مثبت و در ادامه، رشد بدون نشانه حاصل از بازخورد منفی است. چنین رفتاری در زندگی، بسیار معمول و رایج است. چند نمونه از زمینه‌های رشد S شکل عبارت‌اند از: توسعه فناوری، منحنی یادگیری، رشد جمعیت، رشد صنعتی در یک منطقه و شیوع اپیدمی‌ها (Sterman 2000). در دنیای واقعی، رشد سامانه‌ها به صورت نامحدود صورت نمی‌گیرد، بلکه با گذشت زمان برخی محدودیت‌ها برای سامانه ایجاد می‌شود که رشد آن را کند می‌کند. رایج‌ترین رفتار موجود، رفتار S شکل است. در این نوع رفتار، سامانه ابتدا به صورت نمایی رشد می‌کند، ولی پس از مدتی رشد سامانه کاهش یافته و به سمت تعادل حرکت می‌کند. یکی از جنبه‌های کلیدی در ساختار S شکل وجود رابطه غیرخطی بین بازخورد مثبت و منفی است. به این ترتیب که در ابتدا، بازخورد مثبت وجه غالب در سامانه است، ولی پس از مدتی، وجه غالب به سمت بازخورد منفی منتقل می‌شود. نقطه عطف منحنی نیز جایی است که این انتقال رخ می‌دهد (Wittmann and Hatrup 2007). «ناظمی، شمعی و قدیری»

که برای شناسایی چرخه عمر فناوری از منحنی S شکل استفاده کرده‌اند، معتقدند که این مدل، پیش‌بینی فناوری را امکان‌پذیر می‌سازد (۱۳۹۲). این بدان معناست که فناوری این شناس را دارد که در یک دوره زمانی در اوج قرار گیرد و سپس، این فرایند به صورت شیب نزولی مسیر خود را طی خواهد کرد. فناوری «RFID» نیز از این قاعده مستثنا نیست.

همچنین، مشخص شد که روند افزایش و کاهش فراوانی زیررده‌های درگیر شده با موضوع «RFID»، با مدل شیوع SIS در بیماری‌های واگیردار مطابقت می‌کند (نمودار ۲). از مهم‌ترین اهداف مدل اپیدمیولوژی، می‌توان به پیش‌بینی‌هایی در مورد وقوع و بروز بیماری در آینده اشاره کرد. با تکیه بر این خاصیت مدل، می‌توان از آن برای پیش‌بینی هر چیزی که از طریق جامعه شیوع پیدا می‌کند، از موضوعات انتزاعی مانند وطن‌پرستی، نوع دوستی، یا مذهب گرفته تا کارهایی مثل رفتار غذایی، خرید کتاب، انتقال اندیشه و هر چیزی که در آن نوعی گسترش بین فردی وجود دارد، پرداخت (Bettencourt et al. 2006). مدل SIS بر خلاف سایر مدل‌ها پارامتر R یا همان افراد بهبود یافته را ندارد، چرا که در این مدل افراد به صورت قطعی از ابتلای دوباره به بیماری در امان نیستند و بعد از مدتی دوباره به بیماری مبتلا می‌شوند. برای مثال، در بیماری آنفولانزا یا سرماخوردگی ممکن است بعضی افراد در سال، چندین بار مبتلا شده، ولی برخی دیگر یک بار در سال یا هر چند سال یک بار مبتلا شوند. یافته‌ها در این قسمت با یافته‌های Anagnostopoulos, Hadjiefthymiades and Zervas (2011) و Luo and Jiang (2006) که انتشار اطلاعات را بر اساس مدل SIS بررسی کرده و به این نتیجه دست یافته‌اند که جریان شیوع، جریانی پایدار است، همپوشانی دارد. پروانه‌های ثبت اختراع «USPTO» نیز چنین رفتاری را در رده‌های «RFID» دارند. به عنوان نمونه، رده «Communications: Electric» در همه سال‌ها وجود دارد، ولی رده «Work holders» از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۵ حضور داشته سپس، در سال‌های بعد در رده‌های پروانه‌های ثبت اختراع حوزه «RFID» حضور نداشته است و دوباره از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۱ وارد شده یا به عبارتی، درگیر این حوزه شده است. یافته‌ها در این زمینه منطبق با نظریه Goffman and Newill (1964) است که انتقال اندیشه را مانند انتشار آنفولانزا می‌داند که برگشت‌پذیر است. شیوع ویروس آنفولانزا نیز منطبق بر مدل SIS است.

در مجموع باید عنوان کرد که ایده مطالعه شیوع فناوری از یک حوزه موضوعی به حوزه موضوعی دیگر، با توجه به همابندی اصطلاحات موضوعی و رده‌های موضوعی در پروانه‌های ثبت اختراع می‌تواند انعکاس دهنده جنبه‌هایی از رشد یک فناوری باشد. در پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که از نگاه اصطلاح‌شناسی، فناوری «RFID»، که از سال ۱۹۸۶ وارد مبحث پروانه‌های ثبت اختراع در آمریکا شد، ابتدا با سرعت زیاد به حوزه‌های موضوعی مختلف در

فناوری وارد گردید. اما، با دقت به نمودار ۱ می‌توان دریافت که از سال ۲۰۰۷ میلادی، شدت حضور این فناوری در حوزه‌های موضوعی مختلف رو به کاهش گذاشته است. به عبارتی، اکثر حوزه‌هایی که این فناوری امکان حضور در آن را داشته، درگیر این فناوری شده‌اند و با توجه به مدل SIS به حد تعادل درآمده است. دلیل این امر گذشت عمر تأثیرگذاری این فناوری و جایگزینی فناوری‌های دیگر است. نکته دیگر اینکه، رده‌های موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع را می‌توان یکی از بهترین و ریزترین دسته‌بندی‌های موجود برای دسته‌بندی و طبقه‌بندی فناوری‌ها نامید که بر اساس پشتوانه انتشاراتی توسعه یافته است و می‌تواند ابزاری مناسب در مطالعات مربوط به فناوری‌سنجی (بر اساس پتنت‌سنجی) و همچنین، آینده‌نگری فناوری باشد.

فهرست منابع

- بابایی روچی، غلامرضا و فیروز امانی. ۱۳۸۳. به کارگیری مدل اپیدمیولوژی SIR در تعیین اپیدمی بیماری سرخک. *علوم پایه پزشکی ایران* ۷(۴): ۲۰۷-۲۰۴.
- خدابنده، فاطمه. ۱۳۸۸. فرایندهای پخش در شبکه‌های جهان کوچک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه اصفهان.
- صنعتی آگاه، شراوه. ۱۳۸۳. تجزیه و تحلیل مدل انتقال بیماری در یک جامعه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آمار و ریاضی، دانشگاه علوم پایه دامغان.
- محسن‌زاده کورایم، افسانه. ۱۳۸۵. انتقال اندیشه‌ها و تحول علمی. *اطلاعات‌شناسی* ۱۱: ۵۹-۸۰.
- ناظمی، امیر، علی شمعی، و روح‌الله قدیری. ۱۳۹۲. شناسایی حوزه‌های نوظهور بر اساس تحلیل چرخه عمر فناوری به‌عنوان نمونه فناوری زیردریایی‌های بدون سرنشین. *فصلنامه مدیریت توسعه فناوری* ۱(۳): ۲۹-۴۷.
- Allen, L. J., and A. M. Burgin. 2000. Comparison of deterministic and stochastic SIS and SIR models in discrete time. *Mathematical biosciences* 163 (1): 1-33.
- Anagnostopoulos, C., S. Hadjiefthymiades, and E. Zervas. 2011. An analytical model for multi-epidemic information dissemination. *Journal of Parallel and Distributed Computing* 71 (1): 87-104.
- Bettencourt, L. M., A. Cintrón-Arias, D. I. Kaiser, and C. Castillo-Chávez. 2006. The power of a good idea: Quantitative modeling of the spread of ideas from epidemiological models. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 364: 513-536.
- Cannarella, J., and J. A. Spechler. 2014. Epidemiological modeling of online social network dynamics. Paper, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Princeton University. Available at: <http://arxiv.org/pdf/1401.4208v1.pdf> (accessed 14 July 2015).
- Doyle, J. K., & Ford, D. N. (1998). Mental models concepts for system dynamics research. *System dynamics review*, 14(1), 3-29.
- Eames, K. T., and M. J. Keeling. 2002. *Modeling dynamic and network heterogeneities in the spread of sexually transmitted diseases*. Proceedings of the National Academy of Sciences 99 (20): 13330-13335.
- Goffman, W., and V. A. Newill. 1964. Generalization of epidemic theory. *Nature* 204 (4955): 225-228.
- Govada, S., S. Kandekar, R. Pejaver, and J. Wahlman. 2008. *Patent Analysis of RFID Technology*,

- Knowledge Management Project*, available at:
https://ai.arizona.edu/sites/ai/files/MIS580/km_rfid_report.pdf (accessed 14 July 2015)
- Heesterbeek, J. A. P. 2000. *Mathematical epidemiology of infectious diseases: model building, analysis and interpretation* (Vol. 5). New York: John Wiley and Sons.
- Hethcote, H. W. 1989. *Three basic epidemiological models*. In *Applied mathematical ecology* (pp. 119-144). Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- Hung, S. W., and A. P. Wang. 2010. Examining the small world phenomenon in the patent citation network: a case study of the radio frequency identification (RFID) network. *Scientometrics* 82: 121-134.
- Keeling, M. J., and K. T. Eames. 2005. Networks and epidemic models. *Journal of the Royal Society Interface* 2 (4): 295-307.
- Liu, M., and Y. Xiao. 2012. Modeling and analysis of epidemic diffusion within small-world network. *Journal of Applied Mathematics*, available at: <http://www.hindawi.com/journals/jam/2012/841531/> (accessed 14 July 2015)
- Luo, R. G., and T. Jiang. 2006. The Research of Technology Diffusion Model Based on the SIR Epidemic Model [J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management* 1: 006.
- Sterman, J. D. 2000. *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Tassier, T. 2013. *Simple Epidemics and SIS Models*. In *The Economics of Epidemiology* (pp. 9-16). Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- West, R. W., and J. R. Thompson. 1997. Models for the simple epidemic. *Mathematical biosciences* 141 (1): 29-39.

محمد توکلی زاده راوری

دارای مدرک تحصیلی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی از دانشگاه هومبولت برلین در کشور آلمان است. ایشان هم‌اکنون استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه یزد است.

علم‌سنجی، فناوری‌سنجی، محتواسنجی، داده‌کاوی متن، ذخیره و بازیابی اطلاعات و تولید نرم‌افزارهای مدیریت و پردازش اطلاعات از جمله علایق پژوهشی وی است.



علی منصوری

دارای مدرک تحصیلی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی از دانشگاه شهید چمران اهواز است. ایشان هم‌اکنون استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه اصفهان است.

علم‌سنجی، فناوری‌سنجی، سنجش نظام‌های اطلاعاتی از جمله علایق پژوهشی وی است.



فاطمه مکی‌زاده

دارای مدرک تحصیلی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی از دانشگاه شهید چمران اهواز است. ایشان هم‌اکنون استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه یزد است. علم‌سنجی، محتواسنجی، داده‌کاوی متن، رفتار اطلاعاتی از جمله علایق پژوهشی وی است.



زیبا طوسی

دارای مدرک تحصیلی کارشناس ارشد علم‌سنجی از دانشگاه یزد است. حوزه‌های علم‌سنجی و سیستم‌های بازیابی اطلاعات از جمله علایق پژوهشی وی است.

