نشریه تحقیقات کتابداری و اطلاع‌رسانی
دانشگاهی، سال چهل و چهارم، شماره
۵۱، بهار ۱۳۸۹، ص۱۴۵-۱۶۶.

Journal of Academic Librarianship
,Vol. 44 and Information Research
No. 51, Spring 2010, PP.145-166.

جستاری بر نظریه واگیری اطلاعات[1] گافمن و نویل

صالح رحیمی

دانشجوی دکتری کتابداری و اطلاع رسانی دانشگاه شهید چمران اهواز؛ saleh_rahimi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۱ تاریخ پذیرش:۸۹/۲/۹

چکیده

هدف: این مطالعه به بررسی تاریخچه و چگونگی شکل‌گیری، مدل‌ها، مراحل تکمیل و کاربردهای علمی نظریه واگیری اطلاعات می‌پردازد.

روش: روش پژوهش حاضر کتابخانه‌ای و از نوع مروری می‌باشد.

یافته‌ها: مطالعه متون این حوزه نشان می‌دهد که با استفاده از این نظریه می‌توان اوج و افول یک اندیشه را در طی زمان بررسی کرد. همچنین ترکیب مدل‌های ریاضی گافمن و نویل با تحلیل‌های ISI می‌تواند برای پیش‌بینی شیوع موضوع پژوهشی، طول مدت واگیری، تعداد افراد مبتلا و اینکه چه هنگام یک نظام بازیابی اطلاعات برای تسهیل ارتباط اطلاعات علمی مرتبط باید ایجاد شود، به‌کار رود.

واژه‌های کلیدی: نظریه‌های اطلاعاتی، نظریه واگیری اطلاعات، گافمن و نویل.

مقدمه

واگیری[۲] در کلی‌ترین حالت، اشاعه یک موجودیت یا نفوذ آن بین اشخاص یک جامعه از طریق تماس مستقیم یا غیر مستقیم است (کرماخ و مکندریخ[۳]، ۱۹۹۱) و هنگامی رخ می‌دهد که تعداد موارد مشاهده یک ویروس خاص یا بیماری از حد طبیعی قابل انتظار یا سطح آلودگی بومی بیشتر باشد، ویروس‌های مختلف در نواحی مختلف جهان دارای حد آستانه‌ای متفاوت برای شیوع بیماری هستند (چینگ فو[۴]، ۲۰۰۲). واگیری زمانی رخ می‌دهد که شیوع یک بیماری تعداد زیادی از افراد را دربر گیرد (هارمون[۵]، ۲۰۰۸). به صورت کلی، فرایند واگیری می‌تواند دارای ویژگی‌هایی از قبیل انتقال از یک حالت (مستعد) به حالتی دیگر (مبتلا) باشد. انتقال به دلیل قرار گرفتن در معرض برخی پدیده‌ها (مواد آلودگی زا) به وجود می‌آید. عوامل این فرایند عبارتند از افراد مستعد[۶]، مبتلایان[۷]، بهبود یافت‌گان[۸]، موادآلوده‌زا[۹]، میزبان میانی[۱۰]، دوره کمون[۱۱]، بیماری و غیره (گافمن و نویل[۱۲]، ۱۹۶۴). بیماری‌های واگیری که به صورت ناگهانی شیوع می‌یابند، پدیده‌های طبیعی اسفباری هستند که افراد ناتوان را معدوم می‌کنند و با سیل، زلزله و آتش سوزی‌هایی که باعث خرابی و رعب و وحشت می‌شوند برابر هستند. ویلیام فار[۱۳] (۱۸۸۳-۱۸۰۷) اولین کسی است که اصول ریاضی حاکم بر رفتار واگیری‌ها را تشخیص داد. ویلیام هَمر[۱۴]، رونالد راس[۱۵]، و دیگر متخصصان سلامت عمومی در اواخر قرن بیستم مدل‌های ریاضی را برای بیان معادلات متغیرهای دخیل در تعیین تعاملات عوامل بیماری، میزبان انسانی، و شرایط محیطی، ایجاد کردند. مدل راس تعامل پشه مالاریا، انگل مالاریا، و انسان را تحت شرایط مختلف نشان داد و مدل هَمر تب‌های آلودگی‌زای رایج اطفال را ترسیم کرد؛ تکامل مفاهیم پیشرفته نظریه واگیری (بیماری) از اینجا آغاز می‌شود (لَست[۱۶]، ۲۰۰۲).

در نظریه واگیری، بیماری‌های بومی و واگیر جدا تلقی می‌شوند. یک بیماری بومی دارای خصایصی با بسامد پایه ثابت (مثل شیوع یا نسبت) است و این

نسبت‌های جمعیتی می‌توانند با استفاده از نمونه احتمالی ترسیم شده از جمعیت تخمین زده شوند (پتن و آربولدا فلورز[۱۷]، ۲۰۰۴). واگیری تنها هنگامی شروع می شود که جمعیت مستعد به حد کافی برسد (لَست، ۲۰۰۲). فرایند واگیری ممکن است ایستا یا پویا باشد. در حالت ایستا، تعداد مبتلایان در طی زمان کاهش یا افزایش نمی‌یابد، و بیماری ثابت است. به این وضعیت حالت بومی[۱۸] می‌گویند. در حالت پویا تعداد مبتلایان ممکن است افزایش یابد. در این حالت واگیری ممکن است شیوع یابد یا کاهش پیدا کند مثل هنگامی که واگیری در طی زمان رو به کاهش می‌نهد (گارفیلد[۱۹]، ۱۹۸۰). اگر واگیری اشاعه یابد و یک قاره را در بر گیرد در این حالت واگیری عالم‌گیر[۲۰] نامیده می‌شود. یک نمونه این نوع، واگیری آنفلوآنزای جهانی سال ۱۹۱۸ است که حدود ۴۰ میلیون نفر را در چهار قاره از بین برد (چینگ فو، ۲۰۰۲). یک واگیری، به صورت کلی، قبل از اینکه جمعیت مستعد به پایان برسد پایان می‌یابد (کرماخ و مکندریخ، ۱۹۹۱). هنگامی که نسبت زیادی از جمعیت در برابر عامل بیماری ایمن شوند، واگیری رو به کاهش می‌نهد و نهایتا متوقف می‌شود (لَست، ۲۰۰۲). دو دلیل کلی برای پایان دوره واگیری عبارتند از: ۱) اشخاص مستعد بهبودی یابند، و ۲) در طی دوره واگیری میزان خطر ارگانیسم آهسته کاهش یابد. پایان یک واگیری ممکن است نتیجه رابطه‌ای خاص بین تراکم جمعیت، واگیری، بهبود، و میزان مرگ و میر باشد (کرماخ و مکندریخ، ۱۹۹۱). هنگامی که تعداد زیادی از اعضای یک جامعه با یک مفهوم علمی آلوده شوند، در این حالت می‌توان گفت که واگیری اطلاعات رخ داده است (هارمون، ۲۰۰۸). گافمن معتقد بود که همانگونه که یک بیماری واگیر[۲۱] به سرعت شیوع می‌یابد و انسان‌های زیادی را مبتلا می‌کند اندیشه‌ها هم می‌توانند اینگونه باشند و افراد زیادی را مبتلا کنند.

پیشینه واگیری‌ها می‌توانند با استفاده از مدل‌های مختلف ریاضی نشان داده شوند. یکی از این مدل‌ها مدل کرماخ مکندریخ است که برای حمایت از تصمیمات خطمشی سلامت با توجه به شرایط واکسیناسیون استفاده شده‌است

(پتن و آربولدا فلورز، ۲۰۰۴). دانشمندان علوم رفتاری و اجتماعی از نظریه واگیری برای مطالعه ترویج و انتقال اندیشه‌ها، عقاید سیاسی، شایعات، واگیری رفتاری[۲۲]، پیام‌های ایمیل، وبلاگ و شبکه‌های رایانه‌ای استفاده کرده‌اند (لَست، ۲۰۰۲؛ پتن و آربولدا فلورز، ۲۰۰۴؛ بتنکورت، ان آریس، کایزر و چاوز[۲۳]، ۲۰۰۶). گافمن و نویل (۱۹۶۴) عقیده دارند که اشاعه اندیشه‌های علمی نیز می‌تواند فرایندی شبیه به انتقال بیماری داشته باشد. آن‌ها مدل‌های ریاضی موجودی را که تشریح کننده فرایند واگیری بود به عنوان ابزار مناسبی برای دانشمندان علوم و علوم پزشکی پیشنهاد کردند. محققان علوم پزشکی از مدل‌های واگیری هم برای تشریح اشاعه‌ی بیماری درون یک جامعه و هم برای پیش‌بینی زمان اوج سرایت بیماری و رو به کاهش نهادن آن، استفاده کردند. گافمن و نویل اظهار داشتند که مدل‌های مشابهی می‌تواند شیوع اطلاعات درون یک جامعه پژوهشی را تشریح و مدت زمان و شدت واگیری فکری در درون آن جامعه را پیش‌بینی کند (گارفیلد، ۱۹۸۰). گافمن و همکارانش نظریه واگیری را با استفاده از مدل واگیری در مورد ادبیات رشته‌های مختلف آزمودند (گافمن و نویل، ۱۹۶۴). آن‌ها اظهار داشتند که واگیری نمی‌تواند در درون یک جامعه گسترش یابد مگر اینکه بین مستعدان و مواد آلودگی‌زا تماس مؤثری وجود داشته باشد و هدف یک نظام بازیابی اطلاعات، ایجاد چنین تماس مؤثری است که قبلاً وجود نداشته‌است. اگر چنین حالتی وجود داشته باشد، یک نظام بازیابی اطلاعات ممکن است ایجاد شود، هر چند چنین نظام‌هایی به انتقال اندیشه‌هایی که در منابع منتشره وجود دارند، محدود می‌شوند. از اساسی ترین مسایل در حوزه بازیابی اطلاعات تعیین شرایطی است که تحت آن شرایط ممکن است ایجاد یک نظام بازیابی اطلاعات برای مساعدت به عده‌ای از دانشمندان ضروری باشد. آن‌ها پیشنهاد دادند که این مساله به عنوان انتقال و توسعه اندیشه‌ها در یک جامعه بررسی شود. به ویژه، با انتقال اندیشه‌ها در یک جامعه طوری برخورد شود که گویی انتقال بیماری مسری

به عنوان فرایند واگیری است و تلاش شد نقش بازیابی اطلاعات در گسترش چنین فرایندی نشان داده شود.

تفاوت‌ها و شباهت‌های واگیری زیستی و فکری

واگیری زیستی و فکری تفاوت‌هایی با هم دارند. واگیری‌های فکری اغلب مطلوب هستند درحالیکه واگیری‌های زیستی عموما نامطلوب هستند. این تفاوت اگرچه به ساختار فرآیندها مربوط نمی‌شود اما ممکن است به عوامل بیرونی ارتباط یابد. در واگیری فکری، شخص مبتلا معمولاً تمایل دارد که فرایند واگیری را تقویت کند، درحالیکه در واگیری زیستی می‌خواهد آن را حذف نماید. تفاوت مهم دیگر مربوط به مواد آلودگی‌زا است. در واگیری زیستی شخص آلوده، مواد آلودگی‌زایی را تولید می‌کند که شباهت بسیار زیادی به موادی دارند که در زمان آغاز فرایند واگیری تولید شده‌اند؛ در واقع تغییر و تحول اندکی در آن مواد به وجود می‌آید. چنین حالتی در مورد واگیری فکری صدق نمی‌کند، زیرا اندیشه اصلی نیازمند برخی تغییر و تحولات است تا به مرحله چاپ برسد (گافمن و نویل، ۱۹۶۴). اشاعه یک اندیشه، برخلاف بیماری، معمولا عملی عمدی است که توسط یک فرستنده یا گیرنده انجام می‌شود. شکل گیری برخی اندیشه‌ها نیاز به زمان دارد مانند اندیشه‌هایی که شامل مطالعه یا کارآموزی می‌شوند و کسب و فراگیری آن‌ها نیازمند تلاشی فعالانه‌است. هیچ مکانیسم خودکاری - از قبیل یک نظام ایمنی- وجود ندارد که توسط آن، اندیشه‌ای از فردی مبتلا جدا گردد. مهم‌تر اینکه، اندیشه (علمی) معمولاً نتیجه کسب اندیشه‌های نو است درحالیکه این در مورد بیماری صحیح نیست.

در مورد برخی از بیماری‌های ارتباطی، حالتی که در HIV و بیماری سل اتفاق می‌آفتد، وجود ندارد. در چنین بیماری‌هایی اشخاص مبتلا برای مدت‌های طولانی در حالت کمون می‌مانند. از سوی دیگر بیماری‌های واگیری وجود دارند که در آن‌ها فرد ایمنی را درست بعد از بهبود کسب می‌کند و دوباره مبتلا نمی

شود در حالیکه این حالت در مورد اندیشه‌ها صادق نیست. یک اندیشه‌هر گاه مفید واقع شود می‌تواند بارها تکرار شود (بتنکورت، ان آریس، کایسر، چاوز، ۲۰۰۶).

مدل واگیری اطلاعات

گافمن برای بررسی چگونگی رشد علمی و شیوع اطلاعات با استفاده از مدل واگیری، از این مدل برای متون چند رشته استفاده کرد، وی به ویژه، امیدوار بود بتواند اهمیت نسبی نواحی مختلف درون یک رشته را به صورت کمی تعیین و مسیر آتی پژوهش آن رشته را پیش‌بینی کند (گارفیلد، ۱۹۸۰). عناصر لازم مطرح در فرایند اشاعه یک بیماری آلوده‌زا عبارتند از: ۱) جمعیتی خاص، و ۲) قرار گرفتن در معرض مواد آلودگی‌زا. افراد جمعیت درگیر در یک واگیری در هر لحظه از زمان به یکی از سه گروه زیر تعلق دارند: الف مبتلایان، کسانی که میزبان مواد آلودگی‌زا هستند؛ ب مستعدان، کسانی که در تماس با مواد آلودگی‌زا می‌توانند آلوده شوند؛ و ج بهبود یافت‌گان (جداشدگان[۲۴])، کسانی که به دلیلی از دلایل از قبیل مرگ، ایمنی در برابر بیماری، بستری شدن، و غیره بهبود یافته‌اند. این عده آخر ممکن است در هنگام بهبود، مستعد یا مبتلا باشند. کل فرایند به زمان بستگی دارد. فردی با تماس مستقیم با یک فرد مبتلا یا از طریق ناقلان یا میزبانان میانی در معرض مواد آلودگی‌زا قرار می‌گیرد. این شخص ممکن است در ارگانیسم (واگیری) جدید مقاوم شود، در این صورت از سوی ارگانیسم رد می‌شود یا ممکن است توسط آن آلوده شود که در این صورت ارگانیسم مهاجم گسترش می‌یابد. مدت زمانی که پیشرفت بیماری رخ می‌دهد «دوره کمون» نامیده می‌شود و آن عبارتست از مدت زمان لازم برای مبتلا شدن یک فرد مستعد. به عبارت دیگر، دوره کمون مدت زمان بین دریافت مواد آلودگی‌زا توسط فرد مستعد بیماری و مدت زمانی است که او در موقعیتی قرار دارد که مواد آلودگی‌زا را به فرد مستعد دیگری انتقال دهد. بنابراین، فرایند تکرار می‌شود؛

و در نتیجه واگیری هنگامی رخ می‌دهد که در یک آستانه‌ی معین، افراد مستعد، مبتلا شوند (گافمن و نویل، ۱۹۶۴).

افراد نسبت به اندیشه‌های خاصی مستعد هستند و در مقابل سایر اندیشه‌ها مقاومت می‌کنند. هنگامی که شخصی به اندیشه‌ای مبتلا می‌شود ممکن است او هم بعد از مدتی آن را به دیگران منتقل کند. چنین فرایندی می‌تواند به واگیری فکری[۲۵] منتج شود (جدول ۱). مثلاً گسترش روانکاوی را در زمان‌های دور در نظر بگیرید، همانند فردی که حامل ارگانیسمی است که قادر است سرماخوردگی را منتقل کند. فروید هم میزبان مواد آلودگی‌زای بیماری روانکاوی بود و نوشته‌های او نیز ناقل مواد آلودگی‌زا بودند. همانگونه که پشه مالاریا حامل بیماری مالاریا است. به علاوه، آبراهام[۲۶]، فرنزی[۲۷]، جونگ و جونز[۲۸] هم همانند کسانی که به سرماخوردگی مبتلا می‌شوند، بعد از یک دوره کمون توسط اندیشه‌های فروید از مرحله مستعد بودن به مرحله ابتلا رسیدند. توسعه حرکت روانکاوانه در اوایل قرن بیستم به نوبه خود کمتر از شیوع واگیری آنفلوانزا در سال‌های ۱۹۱۷ و ۱۹۱۸ نبود. داروین و نظریه تکامل او، کانتور و نظریه مجموعه ها، نیوتن و مکانیک، نمونه‌های دیگری از واگیری در دنیای اندیشه علمی هستند که توسط یک فرد مبتلا در درون یک جامعه شروع گردید (گافمن و نویل، ۱۹۶۴). گافمن و نویل مفاهیم واگیری را با بحث راجع به واگیری‌های دانش‌های گوناگون، از قبیل گسترش ادیان عمده و مفاهیم علمی مطرح شده توسط نیوتن، داروین و فروید، گسترش دادند. به عنوان مثال، اعضای آسیب پذیر یک جامعه علمی یا غیرعلمی می‌توانستند توسط مفهومی چاپ شده در یک کتاب یا مجله (ناقل) مبتلا شوند در حالیکه دیگر اعضایی که ایمن هستند ممکن است آن مفهوم را رد کنند. افراد ایمن حتی ممکن است آن مفهوم را بدون اینکه مبتلا شوند منتقل کنند (هارمون، ۲۰۰۸). جدول زیر مراحل مختلف واگیری یک بیماری و یک اندیشه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. قیاس بین بیماری آلوده گی زا و واگیری فکری (گافمن و نویل، ۱۹۶۴).

عناصر فرایند واگیری	عناصر قابل تفسیر در	عناصر قابل تفسیر در
میزبان	واگیری بیماری مسری	واگیری فکری
-عامل	مواد آلودگی‌زا	اندیشه
- مبتلا	مورد بیماری	مؤلف مقاله
-مستعد	شخصی که بر اثر تماس مؤثر مبتلا می‌شود	خواننده مقاله که بر اثر تماس مؤثر مبتلا می‌شود
بهبودیافته	مرگ یا ایمنی (فرد)	مرگ یا کاهش علاقه (فرد)
عامل ناقل	مواد آلودگی‌زا (به عنوان میزبان)	مواد آلودگی‌زا (به عنوان میزبان اندیشه)
-مبتلا	ناقل نهفته در عامل	مقاله‌ای که شامل اندیشه‌های مفید است
-مستعد	ناقل که در عامل نهفته نیست	تمام مقالاتی که شامل اندیشه‌های مفید بالقوّه هستند
- بهبود یافته	مرگ	حذف یا از دست دادن

مدل‌های ریاضی واگیری

دو نوع مدل ریاضی واگیری وجود دارد؛ مدل قطعی و مدل اتفاقی[۲۹]. مدل قطعی، دارای تاریخچه‌ای طولانی در توضیح اشاعه یک بیماری واگیراست. یکی از مراجع اصلی در این مورد تک نوشته‌های به ایلی[۳۰] (۱۹۵۷) است که شامل تشریح مدل‌های واگیری قطعی و اتفاقی است (هتکوت[۳۱]، ۱۹۷۳). مدل قطعی، فرایند واگیری را به عنوان یک نظام معادلات دیفرانسیلی نشان می‌دهد در حالیکه مدل اتفاقی فرایند را به عنوان حالت محدود فرایند مارکوف[۳۲] که دارای پارامترهای گسسته یا پیوسته‌است، تشریح می‌کند. پارامتر گسسته برای وقتی به

کار می‌رود که دوره کمون ثابت است. در مواردی که ابتلا در نسل‌های مختلف بسته به شرایط فیزیکی ظاهر می‌شود ارائه مدل اتفاقی اگر چه عموما واقع گرایانه تر، اما از لحاظ ریاضی پیچیده‌تر است. ساختار مدل‌های ریاضی در شرایط فیزیکی پیچیده مقدار معینی ساده سازی می‌شود به این دلیل که هدف مدل ریاضی تشریح و پیش‌بینی الگوهای ضروری فرایند فیزیکی است و شامل تحلیل کامل آن نمی‌شود (گافمن و نویل، ۱۹۶۴).

واگیری اشاعه دانش

گافمن و نویل در اواخر دهه ۱۹۶۰ شروع به ترسیم شباهت بین واگیری یک بیماری و اشاعه دانش کردند. برای ایجاد و شیوع یک بیماری، باید مواد آلودگی زا و (افراد) آسیب پذیری وجود داشته باشند. افراد در معرض بیماری یا نسبت به آن ایمن هستند یا از طریق تماس با یک میزبان یا ناقل مریض مبتلا می‌شوند (هارمون، ۲۰۰۸). برای ترسیم شباهت بین واگیری پزشکی (زیستی) و واگیری فکری، گافمن عناصر تمام واگیری‌ها را تعیین کرد که اولین آن‌ها مواد آلودگی‌زا و چگونگی ارتباط بین آن‌ها است. در واگیری پزشکی، مواد آلودگی‌زا یک ویروس، باکتری، انگل، قارچ یا هر چیزی شبیه به آن‌هاست. قرار گرفتن در معرض این ارگانیسم یا به صورت مستقیم است یا غیرمستقیم. به عنوان مثال، بیماری مقاربتی از طریق تماس مستقیم منتقل می‌شود در حالیکه مالاریا نیاز به عامل واسط «ناقل[۳۳]» - پشه مالاریا - برای انتقال به انسان دارد. در واگیری فکری، اندیشه‌ها مواد آلودگی‌زا هستند. اندیشه‌ها یا به صورت غیررسمی -از طریق گفتگو یا سمینار- منتقل یا از طریق کانال رسمی مثل مجله منتشر می‌شوند. عامل دوم واگیری، جمعیتی است که از طریق آن‌ها اندیشه اشاعه می‌شود. افراد این جمعیت به یکی از ۳ مقوله در هر دوره زمانی تقسیم می‌شوند: افراد مبتلا، افراد مستعد و افراد بهبود یافته. مبتلایان حامل مواد آلودگی‌زا هستند. در واگیری پزشکی مبتلایان افرادی هستند که حامل باکتری، یا هر آنچه شبیه به آن،

می‌باشند. در واگیری فکری، نویسندگان یا پژوهشگران مبتلا هستند که اندیشه‌هایی برای مبادله دارند. مستعدین با مواد آلودگی‌زا در ارتباط هستند- هر شخصی که ممکن است با بیماری واگیر در تماس باشد- خوانندگان مجلات یا حضار در یک کنفرانس که با اندیشه‌ای در تماس هستند همانند این دسته هستند. بهبود یافت‌گان افراد مبتلا یا مستعدی هستند که در برابر بیماری ایمن شده‌اند، برای مداوا در بیمارستان بستری هستند، یا به سبب بیماری مرده‌اند و کسانی که مخالف اندیشه‌ها شده، بازنشسته یا مرده‌اند (گارفیلد، ۱۹۸۰).

گافمن بر اساس مدل‌های واگیری با تعیین فرایندهای واگیری در جوامع باز ارزیابی خود را انجام داد. اگر با فرایندهای واگیری به صورت اتفاقی رفتار شود، آن‌ها می‌توانند با وضع محدود مدل‌های مارکوف با استفاده از پارامترهای گسسته یا پیوسته بیان شوند. او یادآور شد که برخوردهای قطعی و اتفاقی گذشته فرایندهای واگیری میل به کار با جوامع بسته را داشتند، در جائیکه تعداد افراد جامعه (N) در دوران واگیری ثابت می‌ماند. اما در واگیری واقعی کل تعداد (N) در تعداد مستعدان، مبتلایان، و بهبودیافته‌گان در کل فرایند واگیری در حد زیادی متفاوت است. مبتلایان میل دارند که به صورت مداوم معرفی شوند. اگر نرخ تغییر بهبود یافته‌گان ثابت باشد واگیری افت و خیز خواهد داشت. گافمن در مقاله‌ای کوتاه در مجله نیچر[۳۴]، اظهار داشت که بیشتر مدل‌های واگیری در دهه ۱۹۶۰ تنها موردی خاص از جوامع بسته را در نظر گرفته‌اند. در واقع، گافمن بدون ارجاع به واگیری اطلاعات، با معرفی یک مدل واگیری عمومی‌تر مرتبط برای جمعیت‌های باز فی نفسه به یک واگیری شناس[۳۵] تبدیل شد (هارمون، ۲۰۰۸).

بعدها، گافمن به فرایندهای واگیری ثابت مرتبط با بسط نظریه ریاضی‌ای‌ام لیاپونوف[۳۶] که با معادلات دیفرانسیل ارتباط داشت توجه کرد. اعضای زیرمجموعه در جوامع واگیری باز به تغییر یا انتقال به علت توان متفاوت مواد آلودگی‌زا، در معرض بودن، ایمنی و غیره تمایل دارند. در نتیجه جمعیت‌ها می

توانند در حالت افزایش، کاهش یا ثابت بیماری باشند، درحالیکه جمعیت‌های بسته تمایل به سوی حالات متعادل یا ثابت قابل پیش‌بینی دارند. اندازه جمعیت‌های باز متغیر است و مقدار متفاوتی از مستعدان و مبتلایان جدید را ارائه می‌دهد. بنابراین، نتایج در جوامع باز کمتر قابل پیش‌بینی هستند و هیچ تضمینی نیست که واگیری به حداکثر برسد و سپس به حالت ثابت یا روبه کاهش برود. برای روشن شدن شرایطی که تحت آن واگیری جامعه‌ای باز ممکن است ثابت باشد یا کاهش یابد، گافمن فرضیه ثابت معادله دیفرانسیل لیاپونوف را گسترش داد و یک قضیه منحصر به فرد برای تعیین نقاط موازی رشد یا کاهش مسیری که در آن ثبات واگیری ممکن بود رخ دهد، ارائه نمود. او سپس نظرش معطوف به مساله کشف واگیری اطلاعات شد اما بعدا به تشریح مسایل کلی بیشتری راجع به رشد خود علم علاقه یافت. به عنوان یک نمونه، او تاریخ پژوهش راجع به مست سل[۳۷] را کشف کرد. هنس سلیه[۳۸]، کتابشناسی کاملی در این موضوع (که کشف ارلیخ[۳۹] در مورد **مست‌سل** را در دوره زمانی ۱۹۶۳-۱۸۷۷ پوشش می‌داد) گردآورده بود. سلیه کتابخانه شخصی خود را در اختیار گافمن گذاشت. گافمن سپس مؤلفانی را که در حوزه **مست‌سل** به عنوان «مبتلا» بودند تعیین کرد که یک سال بعد از آخرین انتشار آن‌ها در آن موضوع تبدیل به «بهبود یافته» می‌شدند. از سال ۱۸۷۷ تا زمان جنگ جهانی دوم انتشارات **مست‌سل** کم و معدود بود، اما بعد از جنگ جهانی دوم به نسبت واگیری رسید و تخمین زده می‌شود که به مقدار زیادی در آینده‌افزایش یابد. گافمن برای تشریح شرایط بیماری‌هایی که هم زمان رخ می‌دهند ارائه داد. دو بیماری که در یک جامعه رخ می‌دهد باید از همدیگر متمایز باشند، یا یکی ممکن است تکمیل کننده یا جانشین دیگری شود. گافمن دلایلی برای‌تشریح احتمال اینکه افراد به دو بیماری به صورت همزمان یا جدا از هم مبتلا شوند اقامه کرد. گافمن و نویل تحقیقاتشان را در مورد واگیری اطلاعات با توجه به افق پارادایم بازیابی اطلاعات محدود آن زمان که بر سازماندهی فایل و جستجوی‌تطابقی‌تمرکز داشت از سرگرفتند. آن‌ها مساله مهم‌تر

دستیابی بهینه و اشاعه اطلاعات به موقع و کارا برای جامعه‌ای خاص را در نظر گرفتند و مقالات ریاضی منتشر شده در Proceedings of the Royal Society of London را ارزیابی کردند. آن‌ها پیشنهاد دادند که هم انتقال بیماری‌ها و هم اندیشه‌ها موارد خاصی از فرایند ارتباطی عمومی‌تری هستند. در هر دو مورد، افراد در معرض ابتلا، یا ایمن می‌شوند یا مبتلا و احتمال دارد که آلودگی را به دیگران منتقل کنند. نهایتاً واگیری ممکن است نهفته شود (هارمون، ۲۰۰۸).

یک نظام بازیابی اطلاعات ممکن است در یک جامعه به عنوان وسیله‌ای برای‌تحریک یک واگیری در نظر گرفته شود. هدف نظام بازیابی ایجاد ارتباطی مؤثر بین مبتلایان (مؤلفان آثار) و مستعدان (پژوهشگران و جستجوگران) است به نحوی که اندیشه‌ها منتقل و دانش کسب گردد. گافمن و نویل چند تعریف ارائه کردند و نظریه آن با چند موضوع ارتباط داشت: ثبات جمعیت، انتقال و ارتباط اطلاعات مرتبط. طرح ایجاد ارتباط یکی با سایرین یا قطع ارتباط بین مستعدان و مبتلایان، ترکیب مدارک و ارائه آن‌ها. برای اینکه یک مجموعه مدارک ارائه شده مرتبط باشند، باید با دیگر مدارک مجموعه ارتباطی همساز داشته باشد. در مقابل، مدرک نسبتاً مرتبطی در مجموعه ممکن است مانع ارتباط دیگر مدارک مجموعه گردد. گافمن و نویل این مفاهیم را نیز بر حسب نظریه نظام‌ها تشریح کردند. آن ها گفتند که نظام‌ها شامل مجموعه‌هایی از عناصر هستند که به صورت بهینه با هم برای اجرای عملکردهای خاصی (فرایندهایی) به منظور انجام اهداف معینی (ملزومات) در تعامل هستند. برون داد یک نظام بازیابی اطلاعات شامل مدارک (عامل‌ها) است که اطلاعات مرتبط (مواد آلودگی‌زا) را در پاسخ به جستجوهای انجام شده توسط کاربران (مستعدان) منتقل می‌کنند. بنابراین، نظریه نظام‌ها استفاده گزینشی[۴۰] از نظریه‌های ارتباطات، ریاضیات، واگیری و بازیابی اطلاعات را افزایش می‌دهد (هارمون، ۲۰۰۸). با توجه به مطالب مورد بحث شاید بتوان فرایند انتقال اندیشه‌ای علمی را در قالب شکل زیر ترسیم کرد.

تاریخچه مطالعات گافمن

اولین مطالعه متون گافمن بر اشاعه دانش در حوزه **مست‌سل** متمرکز بود. جامعه وی را کل نویسندگان سیاهه شده در کتابشناسی هنس سلیه تشکیل می

داد، کتابشناسی سلیه شامل تمامی نوشته‌های مربوط به اکتشاف ارلیخ در مورد **مست‌سل** بود. کتابشناسی شامل ۲۱۹۵ نویسنده و ۲۲۸۲ نوشته می‌شد. گافمن رشد ادبیات این حوزه را به عنوان فرایند واگیری ۲ عاملی در نظر گرفت که شامل انتقال مستقیم اندیشه‌ها بین مؤلفان بدون در نظر گرفتن نشریات (به عنوان ناقل) می‌شد. مؤلفان به دو دسته مبتلا و بهبود یافته تقسیم می‌شدند. مؤلفان در اولین سال انتشار مقالاتشان مبتلا و یک سال پس از تاریخ انتشار آخرین مقاله در کتابشناسی سلیه، بهبودیافته محسوب می‌شدند. گافمن میزان تغییر در تعداد مؤلفان و تعداد انتشارات آن‌ها را ترسیم کرد. منحنی‌ها نشان داد که تغییر در تعداد انتشارات منعکس کننده تغییر در تعداد مؤلفان، و نسبت انتشارات به مؤلفان ثابت بود. بنابراین انفجار متون واگیری[۴۱] در مورد پژوهش‌های **مست‌سل** با انفجار جمعیت در تعداد مؤلفان همزمان، و همچنین اشاعه مواد آلودگی‌زا (مقالات) با افزایش تعداد مبتلایان (مؤلفان) متناسب بود. منحنی‌ها همچنین نشان دادند که

پژوهش در مورد **مست‌سل** تقریبا به مدت ۶۰ سال بعد از اولین اکتشاف ارلیخ ثابت بوده‌است. در مدل واگیری هنگامی که فرایند ثابت است میزان تغییر در بهبود یافت‌گان نیز باید ثابت باشد. گافمن این مقدار را طرح ریزی کرد و دریافت که این مقدار ثابت بوده و نشان داد که مدل واگیری برای‌تحلیل اشاعه پژوهش در مورد **مست‌سل** مناسب است. بعد از یک دوره ۶۰ ساله، رشدی ثابت در تعداد مؤلفان و انتشارات مشهود بود. بنابراین پژوهش **مست‌سل** نسبت واگیری را در حدود سال ۱۹۴۰ بعد از ۶۰ سال دوره کمون ثابت کسب کرده بود. گافمن دریافت که پژوهش‌های **مست‌سل** شامل سه حوزه مجزا می‌شدند. اولین حوزه شامل پژوهشگران اسکاندیناوی بود که **مست‌سل** را از انواع خاص موجود و ترکیب شده هپارین[۴۲] می‌دانستد. دومین اشاعه دهندگان پژوهش در اسکاتلند، محتوای هیستامین[۴۳] **مست‌سل** را مد نظر داشتند، و سومین حوزه در **پژوهش‌های** آمریکائی‌ها نشان می‌داد که این سلول‌ها شامل سروتونین[۴۴] بود. گافمن با هر حوزه پژوهش به عنوان فرایند واگیری مجزا برخورد نمود و نتیجه گرفت که واگیری هیستامین در سطح، اندازه و شدت مهم‌تر از سایر حوزه‌ها بوده‌است (گارفیلد، ۱۹۸۰).

گافمن همراه با کن وارن[۴۵] مدل واگیری کرماخ مکندریخ را به کاربرد. مدلی که خصوصاً در مورد شیستوزوم[۴۶] از زمانی که برای بیماری‌های ادواری و چند مرحله‌ای که شامل میزبان‌های میانی کارایی داشت، به کار می‌رفت. شیستوزوم بیماری فراگیر و جدی در خارج از مرزهای آمریکا بود و توسط کرم‌های انگلی که توسط حلزون حمل می‌شوند منتقل می‌شد. گافمن و وارن سه نوع آستانه لازم و سطح تراکم را تعیین کردند؛ آستانه‌های جمعیت‌های حلزونی که باید وجود داشته باشند تا باعث شکل‌گیری واگیری شیستوزوم در جمعیت‌های انسانی گردند؛ آستانه‌هایی که در آن‌ها واگیری‌تثبیت می‌شود؛ و آستانه‌هایی که پایین‌تر از آن‌ها واگیری کاهش می‌یابد یا پیدایش آن‌ها متوقف می‌شود (گافمن و وارن، ۱۹۷۰؛ نقل در هارمون، ۲۰۰۸). آن‌ها پارامترهای خاصی برای ادارات سلامت

عمومی برای کنترل جمعیت حلزون‌ها و در نتیجه، کنترل واگیری شیستوزوم ارائه دادند (هارمون، ۲۰۰۸). گافمن و وارن اظهار داشتند که اطلاعات در جامعه پزشکی فرایندی اکولوژیکی است که در آن عوامل متنوع مجزایی با هم در ارتباط هستند. آن‌ها متون شیستوزومی را از سال ۱۸۵۲ تا ۱۹۶۲ که جمعاً بیش از ۱۰۰۰۰ مقاله بود، بررسی کردند. همچنین از ۴۷ متخصص در حوزه خواستند تا به صورت کیفی این کتابشناسی را بررسی کنند. متخصصین بیش از ۳۰۰۰ مقاله با کیفیت، که هر کدام بین ۱ تا ۲۵ استناد دریافت کرده بودند، را تعیین کردند (گارفیلد، ۱۹۸۰).

در سال‌های بعد گافمن از مدل واگیری برای بررسی گسترش منطق نمادین[۴۷] از سال ۱۸۴۷ تا ۱۹۶۲ استفاده کرد. در جامعه‌ی مورد مطالعه وی یک کتابشناسی وجود داشت که متون سال‌های ۱۹۴۷-۱۹۳۵ و مقالات مجلات از سال ۱۹۶۲-۱۹۳۶ را دربر می‌گرفت و جمعاً، شامل ۱۷۳۳ نویسنده و ۵۸۴۵ نوشته بود. همانند بررسی مست‌سل، مؤلفان، به عنوان مبتلا، در اولین سال انتشار مقاله در رشته مورد، یا به عنوان بهبود یافته، یک سال بعد از انتشار آخرین مقاله منظور می‌شدند. هنگامی که در طی زمان، تغییرات در کل مؤلفان و انتشارات طرح ریزی شد، منحنی‌های نتایج دوباره نشان داد که نسبت مقالات به مؤلفان ثابت است. همچنین، منطق نمادین در سال ۱۸۹۲ درست ۴۵ سال بعد از انتشار مقاله بول و دمورگان[۴۸] در سال ۱۸۴۷ وارد دوره واگیری شد. با رشدی که هر ۲۵ سال یک بار رخ می‌داد؛ شیوع پژوهش در منطق نمادین در واقع فرایند بازگشت واگیری بود. گافمن منبع هر بازگشت واگیری را به رشته‌های کوچک‌تری برای منطق نمادین تقسیم کرد و دریافت که دلایل افت و خیزها از نظریه واگیری مطابقت می‌کند (گارفیلد، ۱۹۸۰).

در دهه ۱۹۶۰، گافمن کتابشناسی منتشر شده‌ای را یافت که در مورد پیدایش و گسترش منطق نمادین بود. گافمن، برای آزمون بیشتر نظریه واگیری رشد علم، که رشد درازمدت منطق نمادین دارای خصیصه‌هایی از جمله تکامل و اشاعه

دائمی بود را بررسی کرد. بول و دمورگان فرمول اصل منطق نمادین را در سال ۱۸۴۷ منتشر کردند، قبل از این زمان مطالعه در مورد منطق نمادین پراکنده، غیرجامع و ابتدایی بود. گافمن مشاهده کرد که انتشارات در مورد منطق نمادین بر انتشارات مرتبط قبل از آن، بعد از سال ۱۸۴۷ فزونی یافته‌است. بر اساس این کتابشناسی مشخص شد که دانشمندان، اندیشه‌ها را از گذشته برای خلق مفاهیم جدید پیش هم گذاشته و تلفیق کرده‌اند. سپس، مفاهیم نو در کل جمعیت پخش می‌شد و در ایجاد چرخه ترکیبات جدیدتر نتیجه می‌داد بنابراین، گافمن ادعا کرد که نظریه واگیری می‌تواند از لحاظ کمی برای نشان دادن اهمیت نسبی خطوط گذشته‌ی تحقیق به کار رود و رفتار خطوط رایج پژوهش و ضرورت احتمالی مسیرهای پژوهش نوین را پیش‌بینی کند. او منحنی‌ای به شکل ارّه از توسعه ادواری منطق نمادین از سال ۱۸۴۷ به بعد تهیه کرد. برون داد انتشارات آغازین با افزایشی که در سال‌های ۱۸۶۷، ۱۸۷۷ و ۱۸۹۲ رخ داده بود پراکنده و محدود بود. منطق نمادین با نقاط صعودی که در فاصله ۲۵ سال (۱۹۵۷، ۱۹۳۲ و ۱۹۰۷) رخ داده بود وارد وضعیت واگیری موفق شد. گافمن کارهای اصلی و آغازین در ایجاد کشفیات ریاضی در مورد تناقض نظریه مجموعه‌ها و سپس پیشرفت در حساب گذاره‌ها[۴۹]، فراریاضی[۵۰]، شهودگرایی، و دیگر زیر شاخه‌ها را مشاهده کرد. کاربردهای نظریه واگیری اوج موفقیت کاری در یک حوزه را نشان داد، سؤالات تازه‌ای مطرح کرد و خطوط جدیدی از پژوهش بعدها برای ایجاد دوره‌های جدیدتر فعالیت در اندازها و شدت مختلف بنا شد. او سپس مدل اتفاقی (زنجیره مارکوف) را برای‌تشریح بیشتر تکامل منطق نمادین به کاربرد. ظاهرا، هفت زیرشاخه منطق نمادین که از سال ۱۸۴۷ تا ۱۹۳۲ ایجاد شدند به عنوان روند قابل پیش‌بینی همپوشی واگیری گسترش یافت. اما او نتوانست هیچ الگوی قابل پیش‌بینی برای مهاجرت پژوهشگران از یک زیرشاخه به زیرشاخه دیگر بیابد؛ زیرا هنگامی که پژوهشگران یک ناحیه را ترک می‌کردند احتمال بازگشت آن‌ها برای همکاری‌های بیشتر با هم نبود (گافمن، ۱۹۷۱؛ نقل در هارمون، ۲۰۰۸).

فرایندهای چندعاملی

گافمن رشد واگیری متون منطق نمادین و **مست‌سل** را به عنوان فرایند ۲ عاملی بدون در نظر گرفتن نقش مجله، به عنوان ناقلی که حامل اطلاعات منتشر شده بین مبتلایان و مستعدان بود، در نظر گرفت. او در اصل، مدل واگیری ۳ عاملی را که شامل ناقل مجله می‌شد، پیشنهاد داد اما؛ این مدل در واقع با پیکره‌ای از متون علمی آزمون نشد. گافمن اظهار داشت که مدل ۴ عاملی به بهترین نحو رشد تصاعدی متون پزشکی را توضیح می‌دهد. مدل ۴ عاملی برای رشد متون پزشکی، قبلاً توسط گافمن و وارن در مورد واگیری شیستوزومی مطرح شده‌بود. در شیستوزومی دو میانجی نهایی و میانی وجود دارد؛ انسان میانجی نهایی است و میانجی میانی نوع خاصی از حلزون است. در یک مرحله از دوره زندگی این جانور سرکاریا[۵۱] برای انسان آلوده‌زا است و در دوره دیگر میراسدیوم[۵۲] حلزون را آلوده می‌سازد. فرایند بیماری پدیده‌ای چرخشی است. کرم انگل در بدن انسان تخم گذاری می‌کند و از طریق مدفوع از بدن دفع می‌شود. تخم‌ها بزرگ می‌شوند و در آب تازه سر از تخم در می‌آورند. اینجاست که به بدن حلزون وارد می شوند. بعد از تبدیل به مرحله سرکاریا، انگل‌ها حلزون را ترک می‌کنند و به آب بر می‌گردندو بعد از آن به پوست انسان‌ها نفوذ می‌کنند و دوباره در مجراهای خونی روده و کیسه ادرار تخم‌گذاری می‌کنند. اشاعه اطلاعات پزشکی نیز فرایندی چرخشی است و ۴ عامل دارد؛ میانجی نهایی پژوهشگر، میانجی میانی نشریه، مواد آلودگی‌زا (اطلاعات) دارای دو مرحله دست نوشته و مقاله کامل.

پژوهشگر اندیشه‌ای را که در جامعه دانشگاهی به شکل دست نوشته است، گسترش می‌دهد و دست نوشته توسط یک نشریه پذیرفته، ویرایش، و تبدیل به مقاله می‌شود. دیگر پژوهشگران مستعد با این اندیشه تماس می‌گیرند و اگر اندیشه را رد کنند بهبود می‌یابند و اگر آن را بپذیرند و در پژوهش خود به آن استناد کنند؛ مبتلا می‌شوند (گارفیلد، ۱۹۸۰).

مشاهدات تجربی نظریه واگیری را تأیید می‌کنند و نشان می‌دهند که مثلاً احتمال واگیری دیفتری هنگامی که ۵۰ تا ۶۰ درصد از جمعیت توسط آلودگی قبلی و یا از طریق ایمنی مقاوم شده باشند کاهش می‌یابد و رو به ناپدید شدن می‌نهد. هنگامی که جمعیتی دارای سطحی معین از ایمنی دائمی نسبت به یک بیماری، مثل دیفتری، باشد واگیری از آن نوع بیماری رخ نمی‌دهد و در این حالت گفته می‌شود که ایمنی جمعی[۵۳] ایجاد شده‌است. می‌توان به منظور عامل‌بندی‌تمام متغیرهای ممکن شناخته شده برای محاسبه تعداد و نسبت مورد نیاز برای رسیدن به جامعه ایمن، مدل‌های ریاضی برای بیماری‌های رایج و برخی بیماری‌های مسری نادر ایجاد کرد. این کار برای برنامه ریزی و ارزیابی راهبردهای کنترل بسیار مفید هستند (لَست، ۲۰۰۲). به طور کلی آستانه تراکمی جمعیتی وجود دارد که به واگیری، بهبود و میزان مرگ و میر در خصوص واگیری بستگی دارد. هیچ واگیری رخ نمی‌دهد؛ اگر تراکم جمعیت کمتر از این مقدار آستانه باشد (دیتز[۵۴]، ۱۹۶۷). مدل‌های آستانه‌ای اغلب برای‌تشریح واگیری اجتماعی به کار می‌روند (مثلاً: اشاعه مد و شایعه)، جائیکه اشخاص به طور قطعی یا اتفاقی‌تصمیم می‌گیرند که آیا رفتار خاصی را بسته به تقسیم بندی قبلی دیگران بپذیرند یا نه (کرماخ و مکندریخ، ۱۹۹۱).

نتیجه‌گیری

گافمن پیشگام علم اطلاعات ریاضی[۵۵] و چند حوزه دیگر بود. او اولین بار مفاهیم واگیری بیماری را برای مدل‌سازی صحیح اشاعه دانش و اطلاعات نظام‌های دانش‌محور و اکولوژی آن‌ها از قبیل پویایی کشف علوم به کار برد. وی اصلاحات مهمی برای بازیابی اطلاعات از طریق گسترش منطق چند ارزشی[۵۶]، ترتیب فایل مناسب، اندازه گیری‌های بازیابی مطلوب و کارا، و روش‌های بازیابی ساده شامل کارهای پیشین راجع به جستجوی استناد محور[۵۷] پیشنهاد داد. گافمن مدل‌های واگیری اصلی را گسترش داد و یکی از اولین مؤلفان در حوزه علم

سنجی زیست پزشکی[۵۸] بود. همکاری‌های ریاضی او از بوته آزمایش زمان سالم بیرون آمدند و در سطح نامحدودی قابل استفاده خواهند بود. بیشترین شهرت گافمن به خاطر کار ریاضی او در قلمرو بیماری واگیر و کاربرد آن در رشد و اشاعه دانش است. او و همکارانش در طی زمان تشابهات بین پیدایش، اشاعه و کاهش انواع بیماری را در جوامع مطالعه کردند. سپس خطوط موازی با اینکه چگونه اشخاص و جمعیت‌ها به اندیشه‌ها و دانش روز مبتلا می‌شوند را ترسیم کردند و به طور موفقیت آمیزی این فرایندها را در برابر داده‌های تجربی به صورت مدل درآوردند (هارمون، ۲۰۰۸).

گافمن و نویل (۱۹۶۴) مدل‌های واگیری را شامل یک ناقل به عنوان مدل‌هایی برای اشاعه اندیشه‌ها توسط انتشارات تفسیر کردند. آن‌ها معتقد بودند که پاسخ به سؤالاتی دربارهٔ ۱ انتقال و اشاعه بیماری ۲ پیش‌بینی دوره واگیری، و ۳ کشف آستانه تراکمی جمعیت قبل از اینکه واگیری گسترش یابد، ممکن است به تصمیم‌گیری در مورد اینکه چه موقع یک نظام بازیابی ایجاد گردد، کمک کند. نظام‌های بازیابی اطلاعات باید پویا و منعکس کننده‌ی تعاملات بین پژوهشگر و متون پژوهشی باشند. به نظر می‌رسد رویکرد واگیری روشی عملی برای‌تشریح و پیش‌بینی جوانب اصلی این تعامل است. آن‌ها کاربردهای دیگری غیر از انتقال اندیشه‌ها را برای نظریه واگیری؛ از جمله برای مطالعه بیماری‌های مزمن معین، طلاق‌ها، تصادف‌ها، و غیره را در نظر گرفتند. گارفیلد (۱۹۸۰) امیدوار است که مدل‌های ریاضی گافمن و نویل و دیگران با تحلیل‌های ISI ترکیب شود و برای پیش‌بینی شیوع موضوعی پژوهشی، طول مدت واگیری، تعداد افراد مبتلا و اینکه چه هنگام یک نظام بازیابی اطلاعات برای‌تسهیل ارتباط اطلاعات علمی مرتبط باید ایجاد شود، به‌کار رود.

غرض گافمن و نویل از نظریه واگیری اطلاعات این است که حرکت یک اندیشه در طی زمان همانند ویروس واگیردار است که در زمانی خاص رشد کرده، نضج می‌گیرد و عده‌ای ناقل دارد که‌این اندیشه را منتقل می‌کنند و یک اوج

تب آلود اطلاع در آن هست. این فرایند ممکن است به تدریج کاهش یابد و بهبود پیدا کند و به مرگ یک اندیشه منتهی شود یا با کمون آن پایان یابد.

پی نوشت‌ها

[۱]. بحث واگیری اطلاعات در سرمقاله‌ای در سال ۲۰۰۲ و سپس در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۹ در مقالات مجزایی تحت عنوان Infodememiology توسط ایزنباخ مجددا مطرح گردید. وی واگیری اطلاعات را مجموعه روش‌های نوظهوری می‌داند که به بررسی موجبات و اشاعه اطلاعات بهداشتی برای مقاصد سلامت عمومی می‌پردازد (ایزنباخ،۲۰۰۲، ۲۰۰۶، ۲۰۰۹).

[۲]. واژه های Epidemy به معنی واگیری، Pendemic به معنی همه گیر یا عالمگیر و Endemic به معنی بومی به کار رفته است و تفاوت آن در متن ذکر گردیده است.

3. Kermack & Mckendrick
4. Ching Fu
5. Harmon
6. Susceptible
7. Infective
8. Recovered
9. Infectious
10. Intermediary host
11. Latency period
12. Goffman & Newill
13. William Farr
14. William Hamer
15. Ronald Ross
16. Last
17. Patten & Arboleda-Florez
18. Endemic
19. Garfield
20. Pendemic
21. Epidemic
22. Behavioral contagion
23. Bettencourt, n-Arias, Kaiser & Chavez
24. Removals
25. Intellectual epidemic
26. Abraham
27. Ferenezi
28. Jung & Jones
29. Deterministic & Stochastic
30. Bailey
31. Hethcote
32. Markov
33. Vector
34. Nature
35. Epidemiologist

36. Lyapunov
37. Mast Cells یاخته ای متشکل از چند بافت است و سرشار از دانه های غنی هستامین و هپارین است
38. Hans selye
39. Ehrlich
40. Eclectic
41. Epidemic literature explosion
42. Heparin
43. Histamine
44. Serotonin
45. Ken Warren
46. Schistosomiasis کرم های پهن یا نواری بدون بند که شامل گونه های مختلف انگلی می باشند
47. Symbolic logic
48. Boole & DeMorgan
49. Prepositional calculus
50. Meta-mathematics
51. Cercaria
52. Miracidium
53. Herd immunity
54. Dietz
55. Mathematical information science
56. Multi-valued logic
57. Citation-based
58. Biomedical

منابع

Bettencourt , L M; n-Arias , A C; Kaiser , D I; Chavez C C (2006). The power of a good idea: quantitative modeling of spread of ideas from epidemiological models. *Physica A 364*: 513-536

Ching Fu, S (2002). *Modelling Epidemic Spread using Cellular Automata*.This report is submitted as partial fulfillment of the requirements for the Honours Programme of the Department of Computer Science and Software Engineering ,The University of Western Australia:
http://www.csse.uwa.edu.au/~scfu/caepidemic/pdf/thesis2002.pdf

Dietz , K (1967). Epidemic and rumours: A survey. *Journal the Royal Statistical Society. Series* A (General). 130(4) : 505-528

Eysenbach, G. (2002). Infodemiology: *The Epidemiology* of (Mis) information .*the American journal of medicine*. 113: 763-5.

_____ (2006). Infodemiology: Tracking flu-related searches on the web for syndromic surveillance. AMIA Annu. Symp. Proc. 244–248

_____ (2009). Infodemiology and Infoveillance: Framework for an Emerging Set of Public Health Informatics Methods to Analyze Search , Communication and Publication Behavior on the Internet. Journal of Medical Internet Research 11(1).

Garfield , E. (1980). The epidemiology of knowledge and the spread of scientific information. *Essay of Information Scientist*. 4: 586-591.

Goffman , W; Newill , V A (1964). Generalization of epidemic theory: an application to transmission of ideas. *Nature*. 204(4955) : 225- 228

Harmon , G (2008). Remembering William Goffman: mathematical information science pioneer. *Information Processing and Management* 44: 1634-1647

Hethcote, H. W. (1973). Asymptotic behavior in a deterministic epidemic model. *Bulletin of Mathematical Biology*. 35: 607-614

Kermack , W O; Mckendrick AH (1991). Contributions to the mathematical theory of epidemic. *Bulletin of Mathematical Biology*. 53(1/2): 33-55.

Last, J M (2002). "Epidemic Theory: Herd Immunity." *Encyclopedia of Public Health.* The Gale Group Inc. Retrieved September 05 , 2009 from Encyclopedia.com:http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-3404000312.html

Patten, S B; Arboleda-Florez, J A (2004). Epidemic theory and group violence. Soc *Psychiatr Epidemiol*. 39: 853-856