مدیریت فناوری اطلاعات
دوره ۳، شماره ۷
تابستان ۱۳۹۰
صص ۱۹ تا ۳۶

دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

بررسی چالش میان اینترنت و رسانه‌های جمعی در انتشار اخبار و اطلاعات با استفاده از فرآیندهای احتمالی

سید غلامرضا جلالی نائینی[۱]، سعید یعقوبی[۲]، فاطمه پورداداشی کماچالی[۳]

چکیده: به‌جدید بودن تکنولوژی اطلاعات و اینترنت در دنیا، و از طرفی به‌دلیل محدودیت‌های ذاتی سیستم‌های رسانه‌ای و خبری سنتی مانند: روزنامه و نشریات، رادیو و تلویزیون، به جهت تعاملی بودن آن، انتشار اخبار و اطلاعات در بستر اینترنت از جایگاه ویژه‌ای برخوردار شده است. اما ممکن است گاهی استفاده از اینترنت، دست‌اندرکاران رسانه‌ها را به اهداف پیش‌بینی شده و مورد انتظار نرساند؛ زیرا هر رسانه، برای برآورده ساختن اهداف خاصی مناسب است. به‌طوری که گاهی استفاده از اینترنت و گاهی هم استفاده از رسانه‌های جمعی می‌تواند مفید باشد. در این مقاله سعی شده است با استفاده از فرآیندهای احتمالی و با انطباق دادن مدل شیوع با رفتار رسانه‌های جمعی و همچنین با ارایه روش ریاضی جدید برای تحلیل رفتار اینترنت درخصوص انتشار اخبار در بستر زمانی، رفتار رسانه‌ها تحلیل و بررسی شود. بدین منظور عواملی همچون: میانگین تعداد افرادی که پس از گذشت زمان t خبر را می‌شنوند، میانگین زمانی که طول می‌کشد تا n نفر خبر را بشنوند و سایر پارامترهای مهم در رسانه بررسی و مطالعه شده است. این پارامترهای مهم، ارزیابی و انتخاب رسانه‌ها را بسیار سهل و آسان می‌کند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

واژه‌های کلیدی: فرآیندهای احتمالی، اینترنت، رسانه جمعی، انتشار اخبار و اطلاعات، مدل شیوع

۱. استادیار دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی صنایع، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکترای مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

Email: sgjalali@iust.ac.ir
Email: pourdadashi@ee.sharif.edu
Email: yaghoubi@iust.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۱۲/۹
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۸۹/۱۰/۱۸
نویسنده مسئول مقاله: سعید یعقوبی

مقدمه

امروزه به‌علت پیشرفت‌های چشمگیر درخصوص وسایل ارتباطی مانند: تلفن، رادیو، تلویزیون، اینترنت و موبایل، ارتباط گیری بسیار سهل، سریع و بدون محدودیت جغرافیایی شده است [۴]، به طوری که دنیای کنونی به عصر ارتباطات شهرت یافته است. به کمک وسایل ارتباطی می‌توان در هر لحظه تازه‌ترین خبرها و تفسیرها را به طور وسیع و دقیق در اختیار میلیون ها مخاطب در تمام نقاط جهان قرار داد.

اینترنت به داشتن ویژگی‌ها و قابلیت‌های تعاملی، شرایط ویژه در انتشار اخبار، اطلاعات و تصاویر دارد که دیگر رسانه‌ها فاقد این امکانات هستند. از بارزترین این ویژگی ها، می‌توان به قابلیت جستجو در اینترنت اشاره کرد که جستجوی اخبار را بسیار آسان کرده است. امکان ایجاد ارتباط تعاملی و دوطرفه، یکی دیگر از قابلیت‌های مهم اینترنت است؛ به طوری که حتی خود منبع خبر، می تواند به‌طور مستقل وارد عمل شده و خبر را به طرق مختلف مانند پست الکترونیکی به مخاطبان ارسال نماید. این قابلیت مهم باعث شده که اخبار و اطلاعات در اینترنت با نرخ منظم‌تری توسط منبع خبر به مخاطبان اطلاع رسانی شوند.

از دیگر ویژگی‌های مهم اینترنت، تعدد کانال‌های رسانه‌ای است و این درحالی است که تعداد کانال‌های ارتباطی در رسانه‌های جمعی بسیار محدود است [۴۰]. در حال حاضر اکثر سازمان‌های دولتی، شرکت‌های خصوصی، دانشگاه‌ها، بانک‌ها، بنگاه‌های اقتصادی و حتی افراد برای خود، دارای یک یا چندین وسیله ارتباطی هستند که به کمک آن تبلیغات، اخبار و اطلاعات را انتشار می‌دهند [۲][۳]. همچنین نبود مرکزیت در اینترنت، یکی دیگر از ویژگی‌های مهم اینترنت است، که این امر، ارتباطات اینترنتی را تا حدودی پیچیده کرده است.

دست‌اندرکاران رسانه‌ها همیشه به‌دنبال حداکثر بهره مندی از شرایط محیط هستند و به‌همین دلیل گاهی اوقات تمایل به انتشار سریع و فوری و در برخی موقعیت‌ها هم راغب به نشر کند و آرام اخبار و اطلاعات در بین مخاطبان هستند [۴۳]. بنابراین، انتخاب رسانه مناسب در تحقق اهداف مورد انتظار، مسئله‌ای مهم و ضروری است.

فرآیند بودن پدیده انتشار و سرایت ـ همانند انتشار اخبار و اطلاعات، که در یک بستر زمانی واقع می شود ـ و ماهیت احتمالی بودن این فرآیند، موجب می‌شود که با فرآیندی تصادفی روبه‌رو شویم، که مدل‌های مبحث «فرآیند احتمالی»، می تواند در مدل سازی چنین پدیده‌ای، کاربرد وسیعی داشته باشد. گفتنی است؛ مدل‌های سرایت و انتشار در شبکه‌های اجتماعی مانند: انتشار شایعات [۴۲]، فراگیری مُدهای روز [۲۱][۴۷] ، نشر نوآوری محصولات و ایده ها [۱۲][۱۵][۲۸][۳۹][۴۸]، انتشار اخبار و اطلاعات در جامعه توسط رسانه‌های جمعی و اینترنت [۱۴][۲۵][۲۷][۳۱][۳۵][۳۷] و همچنین بازاریابی اینترنتی مانند بازاریابی ویروسی [۳۲]، به‌کار گرفته شده است.

ارتباطات اجتماعی و در نتیجه نشر اطلاعات و اخبار، حتی در اقتصاد هم می‌تواند مؤثر باشد [۱] به طوری که در پژوهشی که در سال ۲۰۰۰ در ایالات متحده آمریکا انجام پذیرفته، مشخص شده که $\frac{۲}{۳}$ خریدها براساس توصیه‌های دیگران انجام می‌شود [۲۱] و این در حالی است که باوجود اهمیت ارتباطات اجتماعی و نشر اطلاعات و اخبار، پژوهش‌های کمی در این زمینه انجام شده است [۲۶][۳۳].

پیشینه‌ی پژوهش

از اواسط قرن بیستم تا به امروز، مدل‌های شیوع، مانند سرایت بیماری و انتشار اخبار و اطلاعات، ذهن بسیاری از پژوهشگران را به خود مشغول کرده است. کرمک و مک‌کندریک [۳۴] جزو اولین پژوهشگرانی بودند که یک مدل ریاضی برای شیوع ارایه نموده‌اند و بعدها بایلی [۵] این مطالعات را با ارایه مدل‌های پایه‌ای شیوع بیماری مورد بررسی بیشتر قرار داد. مدل‌های شیوع بیماری آنفولانزا با درنظر گرفتن سیستم حمل و نقل [۱۰] و همچنین نقش حمل و نقل هوایی به‌طور خاص در مدل سرایت [۱۸][۱۹]، مورد مطالعه قرار گرفته است.

به‌طور اساسی مدل‌های شیوع از نظر تنوع جامعه به دو دسته تقسیم می‌شوند؛ دسته‌ای از پژوهش‌ها، جامعه ها را یکنواخت فرض نموده، به طوری که کل افراد و یا بخشی از افراد جامعه به‌طور یکنواخت در معرض مبتلا به شیوع قرار می گیرند [۶][۷][۱۱] و گروه دیگری از مطالعه‌ها نیز جامعه ها را ناهمگن فرض کرده که اغلب با دسته‌بندی جامعه به گروه‌های مختلف، مدل‌های خود را ارایه کرده‌اند [۸][۹][۱۳][۱۶][۲۰][۲۲][۲۳][۲۴][۴۱]. گفتنی

است؛ برخی از مطالعه‌ها که بیشتر در مدل‌های سرایت بیماری کاربرد دارند؛ نرخ انتشار را وابسته به سن افراد جامعه نموده و مدل‌های خود را بر مبنای این فرض استوار کرده‌اند [۳۰][۳۸][۴۹].

در برخی از پژوهش‌ها، به مسئله‌ی شیوع از منظر دیگری پرداخته شده است، به این صورت که نرخ انتشار وابسته به زمان بوده و پس از مدتی قطع می‌شود [۱۱][۱۷][۲۹][۳۶]. همچنین دسته‌ی دیگری از مطالعات هم وجود دارد که سرایت را در شبکه مورد بررسی و تحلیل قرار داده است[۴۴][۴۵].

در این پژوهش، فرآیند انتشار اطلاعات و اخبار در رسانه‌های جمعی و همچنین رسانه‌های تعاملی، که مظهر تمام نمای آن اینترنت است، بررسی و تحلیل می‌شود. پرسش‌های اساسی در این پژوهش عبارتند از: «رفتارهای رسانه‌ها در قبال انتشار اطلاعات و اخبار چگونه خواهد بود؟» یا اینکه «کدام‌یک از رسانه‌ها برای دستیابی به اهداف سازمان مناسب‌تر خواهد بود؟».

روش پژوهش

این مطالعه از حیث هدف، کاربردی و از جنبه‌ی ماهیت، مدل ریاضی تحلیلی است. در تمام پژوهش‌های گفته شده، مدلی برای انتشار اخبار و اطلاعات در اینترنت با توجه به دسته‌بندی افراد شنونده، به منبع جدید خبر و شنونده‌ی عادی خبر، ارایه نشده است. در نتیجه نوآوری این مقاله، ارایه یک مدل ریاضی و تحلیل انتشار اخبار و اطلاعات در اینترنت است.

در این پژوهش، در بخش ۴ یک مدل شیوع برای انتشار اخبار و اطلاعات در رسانه‌های جمعی بر مبنای مدل انتشار اخبار و شایعه در بین مردم جامعه [۱۱]، ارایه شده است. در این مدل، فرض بر این است که همه اعضای جامعه به‌طور مساوی در معرض شنیدن خبر قرار دارند که این فرض، در مورد انتشار شایعه در بین مردم، چندان نزدیک به واقعیت نبوده ولی درخصوص انتشار اخبار از رسانه‌های جمعی می‌تواند فرض مناسبی باشد؛ زیرا در حال حاضر، اکثر افراد جامعه دسترسی یکسانی به رسانه‌های جمعی دارند. همچنین در این مدل فرض شده است مخاطبان به‌طور منظم به رسانه‌های جمعی مراجعه می‌کنند که فرض بسیار مناسب و نزدیک به واقعیت است.

در بخش ۵، یک مدل ریاضی تحلیلی جدید، برای انتشار اخبار و اطلاعات در رسانه‌های تعاملی به‌خصوص اینترنت، ارایه شده است. در این مدل فرض بر این است که افراد شنونده‌ی خبر به دو دسته تقسیم می‌شوند، یک دسته پس از شنیدن خبر، یک منبع جدید خبر با نرخ انتشار برابر با منبع اصلی شده و دسته‌ی دیگر پس از شنیدن خبر، به عنوان انتشار دهنده‌ی عادی خبر به انتشار اخبار می‌پردازند. در بخش ۴ و ۵ مقاله، با بررسی رفتار رسانه‌های جمعی و اینترنت در بستر زمانی و با استفاده از فرآیندهای احتمالی، معیارهایی همچون: میانگین تعداد افرادی که پس از گذشت زمان t خبر را می‌شنوند، یا میانگین زمانی که طول می‌کشد تا n نفر خبر را بشنوند و دیگر عوامل زمانی که در تحلیل رسانه از اهمیت خاصی برخوردار بوده و می‌تواند، دست‌اندرکاران رسانه‌ها را در تحلیل، بررسی و انتخاب رسانه یاری نماید، ارایه شده است. در انتها فرمول‌ها و نتایج به‌دست آمده، در بخش ۶ با مثال‌های عددی تحلیل و بررسی شده است.

انتشار اخبار و اطلاعات توسط رسانه جمعی

رسانه‌های جمعی از دیرباز منبع اصلی انتشار خبر به‌شمار می‌روند و روزانه بسیاری از مردم دنیا با مراجعه به رسانه‌های جمعی همانند: تلویزیون، رادیو و روزنامه، اطلاعات و اخبار مورد نیاز خود را دریافت کرده و حتی به دیگران انتشار می‌دهند. امروزه مردم دنیا انس و الفت عجیبی با رسانه‌های جمعی به‌خصوص تلویزیون گرفته‌اند؛ به طوری‌که بسیاری از کارهای روزمره خود را با برنامه‌های رسانه‌ها تنظیم می‌کنند [۴۰]. در این قسمت هدف مدل کردن انتشار اخبار و اطلاعات توسط رسانه‌های جمعی است که بدین منظور از مدل انتشار اخبار و شایعه در بین مردم جامعه، که پیش تر مورد مطالعه قرار گرفته [۱۱]، استفاده شده است. گفتنی است؛ تمام فرمول‌های ارایه شده در این بخش، در قبل برای انتشار اخبار و شایعه در بین مردم جامعه ارایه شده، که در این قسمت با تغییر دادن تعاریف متغیرهای آن‌ها، فرمول‌های گفته شده برای رسانه جمعی نیز بیان شده است. بنابراین پارامترهای ذیل را درنظر می‌گیریم:

α = نرخ انتشار خبر از منبع خبر (رسانه جمعی)

β = نرخ انتشار اخبار بین افراد شنونده‌ی خبر

E_s = متغیر تصادفی انتقال خبر از منبع خبر به اعضای جامعه

E_p = متغیر تصادفی انتقال خبر بین دو نفر از اعضای جامعه

N = تعداد کل افراد جامعه

با توجه به تعاریف گفته شده، احتمال رسیدن خبر به فردی در زمان $(t, t+\Delta t)$، توسط منبع خبر (رسانه جمعی) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P(E_s in(t, t+\Delta t)) = \alpha \times \Delta t \qquad (۱-۴)$$

گفتنی است؛ در این مدل فرض بر این است که همه اعضای جامعه به‌طور مساوی در معرض منبع خبر قرار داشته و همچنین مخاطبان به‌طور منظم به رسانه‌های جمعی مراجعه می‌کنند که بسیار فرض واقعی است. از طرف دیگر احتمال رسیدن خبر به فردی توسط شنونده‌ی دیگر در زمان $(t, t+\Delta t)$ عبارتست از:

$$P(E_p in(t, t+\Delta t)) = \beta \times \Delta t \qquad (۲-۴)$$

همچنین برای ساده شدن مدل، فرض بر این است که جامعه یکنواخت و به‌طور تقریبی تمام افراد جامعه خصوصیات یکسانی دارند و نیز رفتار آن ها درخصوص نشر اخبار از هم مستقل است. فردی که خبری را می‌شنود، ممکن است به دو طریق خبر را شنیده باشد: از طریق منبع اصلی خبر (رسانه جمعی) یا از طریق دیگر شنونده ها؛ که در این‌صورت احتمال اضافه شدن نفر $n+1$ اُم در زمان $(t, t+\Delta t)$ به شرطی که تا زمان t، n نفر خبر را شنیده باشند، برابر است با:

$$\left.\begin{aligned} &P(n \to n+1 in(t, t+\Delta t)) = \lambda_n \times \Delta t \\ &\lambda_n = (N-n) \times \alpha \times \Delta t + n \times (N-n) \times \beta \times \Delta t \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$
$$P(n \to n+1 in(t, t+\Delta t)) = (N-n) \times (\alpha + \beta n) \times \Delta t \qquad (۳-۴)$$

اگر T_n را مدت زمانی که طول می کشد تا n نفر خبر را بشنوند و همچنین τ_i را مدت زمان بین شنیدن خبر نفر $i-1$ و i اُم، در نظر بگیریم، در این صورت می‌توان نوشت:

$$T_n = \sum_{i=1}^{n} \tau_i \qquad (۴-۴)$$

اگر فرض کنیم که τ_i یک توزیع نمایی باشد، در این صورت پارامتر آن، λ_{i-1} بوده و کومولانت (لگاریتم طبیعی تابع مولد گشتاور) r اُم τ_i به قرار زیر خواهد بود:

$$k_r = (r-1)! \Big/ \lambda_{i-1}^{r} \qquad (۵-۴)$$

با فرض مستقل بودن τ_i ها، خواهیم داشت:

$$k_r(T_n) = (r-1)!\sum_{i=1}^{n}\lambda_{i-1}^{-r} \qquad (۶-۴)$$

حال با توجه به مقدار λ_i و همچنین با عنایت به اینکه کومولانت اول هر متغیر تصادفی، معادل ارزش انتظاری آن متغیر است؛ خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} E(T_n) &= k_1(T_n) = \sum_{i=0}^{n-1}\frac{1}{(N-i)(\alpha+\beta i)} \\ &= \frac{1}{\alpha+\beta N}\sum_{i=0}^{n-1}\frac{1}{N-i} + \frac{\beta}{\alpha+\beta N}\sum_{i=0}^{n-1}\frac{1}{\alpha+\beta i} \\ &= \frac{1}{\beta(N+\omega)}\{\phi(N)-\phi(N-n)-\phi(\omega-1)+\phi(n+\omega-1)\} \end{aligned} \qquad (۷-۴)$$

که در آن $\phi(x) = \sum_{i=1}^{\infty}\frac{x}{x(i+x)} = \sum_{i=1}^{\infty}(\frac{1}{i}-\frac{1}{i+x})$ و $\omega = \frac{\alpha}{\beta}$ است. دلیل درستی رابطه ۴-۷ را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

$$\begin{aligned} &\phi(N)-\phi(N-n) = \sum_{i=1}^{\infty}(\frac{1}{N-n+i}-\frac{1}{N+i}) = \\ &(\frac{1}{N-n+1}+\frac{1}{N-n+2}+....+\frac{1}{N-n+n}+\frac{1}{N+1}+\frac{1}{N+2}+....)-(\frac{1}{N+1}+\frac{1}{N+2}+\frac{1}{N+3}+...) \\ &= \sum_{i=0}^{n-1}(\frac{1}{N-i}) \\ &\phi(n+\omega-1)-\phi(\omega-1) = \sum_{i=1}^{\infty}(\frac{1}{\omega-1+i}-\frac{1}{n+\omega-1+i}) = \sum_{i=0}^{n-1}(\frac{1}{\omega+i}) \end{aligned} \qquad (۸-۴)$$

گفتنی است، در واقعیت $\alpha \succ\succ \beta$ است؛ یعنی نرخ انتشار منبع خبر (رسانه جمعی) بسیار بزرگ‌تر از نرخ انتشار فرد شنونده‌ی خبر است. همچنین تابع $\phi(x)$ برای ۱ تا ۰/۰۱ = x و برای ۶۰ تا ۱۰=x توسط انجمن ریاضی انگلستان در سال ۱۹۵۱ جدول‌بندی شده است و برای xهای بزرگ نیز فرمول تقریبی زیر ارایه شده است که در آن $\gamma = ۰/۵۷۷۲.....$، ثابت اویلر نام دارد [۷].

$$\phi(x) \approx \ln x + \gamma \qquad (۹-۴)$$

با توجه به مطالب ارایه شده و با فرض اینکه n و N هر دو اعداد بزرگی باشند، می‌توان نوشت: ($\omega-1$ به‌طور لزوم عدد بزرگی نیست.)

$$E(T_n) \approx \frac{1}{\beta(N+\omega)}\left\{\ln\frac{N(n+\omega-1)}{N-n}+\gamma-\phi(\omega-1)\right\} \qquad (۱۰-۴)$$

اگر n(t) را میانگین تعداد اشخاصی که خبر را تا زمان t شنیده‌اند، در نظر بگیریم، دراین صورت برای به دست آوردن آن کافی است تابع معکوس رابطه ۴-۱۰ محاسبه شود. همچنین در صورتی که میانگین زمانی که طول می‌کشد تا n نفر خبر را بشنوند، t در نظر نظر بگیریم، یعنی؛ $E(T_n)=t$، می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} & t \approx \frac{1}{\beta(N+\omega)}\left\{\ln\frac{N(n+\omega-1)}{N-n}+\gamma-\phi(\omega-1)\right\} \Rightarrow \\ & e^{\beta(N+\omega)t-\gamma+\phi(\omega-1)} = N\times\frac{(n+\omega-1)}{N-n} \\ & \Rightarrow N\times e^{\beta(N+\omega)t-\gamma+\phi(\omega-1)} - n\times e^{\beta(N+\omega)t-\gamma+\phi(\omega-1)} = nN+\omega N-N \\ & \Rightarrow n \approx N\times\left(\frac{e^{\beta(N+\omega)t-\gamma+\phi(\omega-1)}-\omega+1}{e^{\beta(N+\omega)t-\gamma+\phi(\omega-1)}+N}\right) \end{aligned} \qquad (۱۱-۴)$$

اگر در رابطه ۴-۱۱ دقت نماییم، به دلیل اینکه t میانگین مدت زمان شنیدن خبر توسط n نفر است؛ بنابراین، n به دست آمده هم میانگین تعداد نفراتی است که تا زمان t خبر را شنیده‌اند. یعنی می‌توان نوشت:

$$n(t) \approx N\times\left(\frac{e^{\beta(N+\omega)t-\gamma+\phi(\omega-1)}-\omega+1}{e^{\beta(N+\omega)t-\gamma+\phi(\omega-1)}+N}\right) \qquad (۱۲-۴)$$

از طرفی دیگر، اگر T را متغیر تصادفی مدت زمان رسیدن خبر به فرد خاصی در نظر بگیریم، در این صورت رابطه زیر نمایانگر میانگین متغیر تصادفی گفته شده خواهد بود:

$$E(T)=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}E(T_i)=\frac{1}{N\beta(N+\omega)}\times\left\{\sum_{i=1}^{N}\frac{N(i+\omega-1)}{N-i}+N\gamma-N\times\phi(\omega-1)\right\} \qquad (۱۳-۴)$$

انتشار اخبار و اطلاعات توسط اینترنت

در این قسمت مدلی جهت انتشار اخبار و اطلاعات توسط اینترنت بیان می‌شود، به طوری که تمام فرمول‌های گفته شده، برای اولین بار توسط مؤلفان ارایه می شوند. بدین منظور

فرض می کنیم هنگامی‌که خبر توسط منبع خبر یا به هر طریق دیگری به شخص می‌رسد، این شنونده با احتمال P − ۱ کانال رسانه‌ای (منبع جدید خبر) باشد (بدیهی است که با احتمال P کانال رسانه‌ای نخواهد بود). همچنین به‌دلیل تعدد کانال‌های رسانه ای در اینترنت، بهتر است در انتشار اخبار توسط این رسانه، لایه‌های افراد در شنیدن خبر در نظر گرفته شود. بدین معنی که افرادی که خبر را از منبع اصلی خبر شنیده باشند، لایه‌ی اول، و افرادی که خبر را از افراد یا منبع‌های جدید در لایه‌ی اول می شنوند، لایه‌ی دوم، و.... محسوب می‌شوند.

برای به‌دست آوردن میانگین تعداد نفراتی که تا زمان t خبر را شنیده‌اند، معادله دیفرانسیل زیر را تشکیل می‌دهیم:

$$\frac{dn(t)}{dt} = (N - n(t))\alpha + P\beta \times n(t) \times (N - n(t)) + (1-P)\alpha \times n(t) \times (N - n(t))$$
$$\Rightarrow \frac{dn(t)}{dt} = (N - n(t)) \times \{\alpha + (P\beta + (1-P)\alpha) \times n(t)\} \qquad (۱-۵)$$

که در آن n(t) میانگین تعداد افرادی است که تا زمان t خبر را شنیده‌اند. همچنین α نرخ انتشار خبر از منابع خبر در اینترنت (کانال رسانه‌ای)، β نرخ انتشار اخبار بین افراد شنونده‌ی خبر (که کانال رسانه‌ای نیستند) و N تعداد کل افراد جامعه است. برای حل معادله دیفرانسیل ۵-۱ به‌صورت زیر عمل می کنیم:

$$\frac{dn(t)}{(N - n(t)) \times \{\alpha + (P\beta + (1-P)\alpha) \times n(t)\}} = dt$$
$$\Rightarrow dn(t)\left\{\frac{1}{\alpha + (P\beta + (1-P)\alpha) \times N} + \frac{\frac{P\beta + (1-P)\alpha}{\alpha + (P\beta + (1-P)\alpha) \times N}}{N - n(t)}\right\} = dt \qquad (۲-۵)$$

که با فرض $\lambda = \alpha + N.[P\beta + (1-P)\alpha]$ و نیز با مقدار اولیه‌ی $n(0) = 0$، $n(t)$ به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$n(t) = N.\left(\frac{\alpha.(e^{[\alpha+(P\beta+(1-P)\alpha)\times N]t}-1)}{N.(P\beta+(1-P)\alpha)+\alpha.e^{[\alpha+(P\beta+(1-P)\alpha)\times N]t}}\right) = N.\left(\frac{\alpha.(e^{\lambda t}-1)}{\lambda+\alpha(e^{\lambda t}-1)}\right) \quad (۳-۵)$$

اگر $n(t)=n$ را در نظر بگیریم، در این صورت با به‌دست آوردن تابع معکوس ۵-۳ نسبت به t خواهیم داشت:

$$n = N.\left(\frac{\alpha.(e^{\lambda t}-1)}{\lambda+\alpha(e^{\lambda t}-1)}\right) \Rightarrow t = \frac{\ln\left[\frac{n.\lambda}{\alpha(N-n)}+1\right]}{\lambda} \quad (۴-۵)$$

چون در رابطه ۵-۴، n، میانگین تعداد کسانی است که تا زمان t خبر را شنیده‌اند، بنابراین t به دست آمده هم میانگین مدت زمانی است که طول می‌کشد تا n نفر خبر را بشنوند (T_n). یعنی خواهیم داشت:

$$E(T_n) = \frac{\ln\left[\frac{n.\lambda}{\alpha(N-n)}+1\right]}{\lambda} \quad (۵-۵)$$

که در آن T_n مدت زمانی است که طول می‌کشد تا n نفر خبر را بشنوند. همچنین اگر $n_g(t)$ را تعداد افرادی که در لایه gام در زمان t خبر را شنیده‌اند، تعریف می‌کنیم که در آن $g=1,2,...,N$ است. معادله دیفرانسیل زیر را برای تعداد افراد شنونده در لایه‌ی اول می‌توان نوشت:

$$\frac{dn_1(t)}{dt} = \alpha(N-n(t)) \quad (۶-۵)$$

با جاگذاری $n(t)$ در رابطه ۵-۶ و حل معادله دیفرانسیل با مقدار اولیه‌ی $n_1(0)=0$، $n_1(t)$ به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$n_1(t) = \frac{N.\alpha}{\lambda-\alpha}\times\ln\left(\frac{\lambda}{\lambda+\alpha.(1-e^{-\lambda t})}\right) \quad (۷-۵)$$

همچنین برای لایه‌های دیگر هم می‌توان رابطه‌ی زیر را که در آن $g=2,3,...,N$ است؛ نوشت:

$$\frac{dn_g(t)}{dt} = P\beta n_{g-1}(t)(N-n(t)) + (1-P)\alpha n_{g-1}(t)(N-n(t)) \\ = n_{g-1}(t)(N-n(t))\{P\beta + (1-P)\alpha\} \qquad (۸-۵)$$

با به دست آوردن رابطه‌های دوری معادله‌ی دیفرانسیل ۵-۸ و مقدار اولیه‌ی $n_g(0) = 0$ ، $n_g(t)$ به‌صورت زیر حاصل می‌شود:

$$n_g(t) = \frac{N.\alpha}{(\lambda-\alpha).g!} \times \left[\ln\left(\frac{\lambda}{\lambda+\alpha.(1-e^{-\lambda t})}\right)\right]^g \qquad (۹-۵)$$

از طرف دیگر، اگر T را متغیر تصادفی مدت زمان رسیدن خبر به فرد خاصی درنظر بگیریم، در این صورت میانگین متغیر تصادفی گفته شده با توجه به رابطه‌ی ۵-۵ ، برابر است با:

$$E(T) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} E(T_i) = \frac{\sum_{i=1}^{N} \ln\left[\frac{i.\lambda}{\alpha(N-i)} + 1\right]}{N.\lambda} \qquad (۱۰-۵)$$

مثال عددی

برای روشن شدن بیشتر مطلب، در این قسمت مثالی را ارایه می کنیم.

مثال ۱: فرض کنید که یک رسانه‌ی جمعی مثل تلویزیون اخبار خود را با نرخ ۲۰۰۰۰۰ نفر در هفته منتشر نموده و همچنین شنونده‌های خبر توسط این رسانه، اخبار را با نرخ ۳۰ نفر در هفته به دیگران انتقال می‌دهند. در مقابل، یک سایت اینترنتی موجود است که اخبار خود را با نرخ ۱۰۰۰ نفر در هفته در اختیار دیگران قرار می‌دهد. شنونده‌های خبر با احتمال ۰/۰۰۰۱، منبع جدید خبر بوده و با همان نرخ سایت اصلی اخبار را منتشر می‌نمایند. همچنین افرادی که شنونده‌ی عادی خبر توسط سایت اینترنتی هستند اخبار را با نرخ ۳۰ نفر در هفته به دیگران انتقال می‌دهند. گفتنی است؛ کل افراد جامعه ۱۰۰۰۰۰۰ نفر است. در این مثال $E(T_n)$ ، میانگین مدت زمانی که طول می کشد تا n نفر خبر را بشنوند، برای رسانه جمعی از فرمول ۴-۱۰ و برای اینترنت از فرمول ۵-۵ به ازاء n های مختلف محاسبه شده و نمودار آن در نمودار الف-۱ ترسیم شده است.

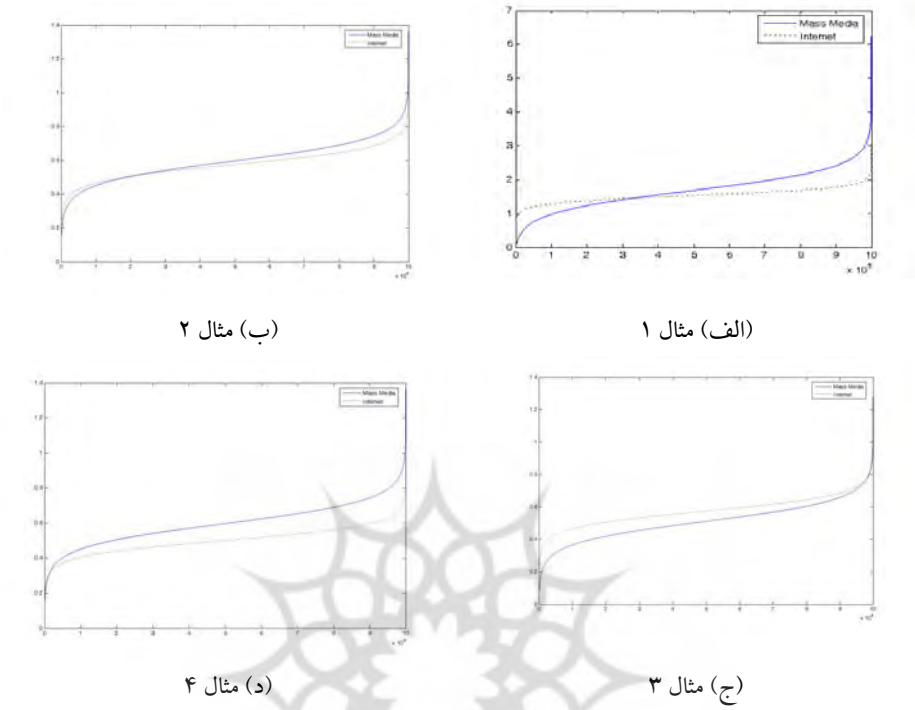
همان‌گونه که در نمودار الف-۱ مشاهده می‌شود، در ابتدای انتشار، اخبار توسط رسانه جمعی سریع تر در اختیار مخاطبان قرار می‌گیرد؛ ولی بعد از مدتی این اینترنت است که مخاطبان بیشتری را در مدت زمان کمتری تحت پوشش خود قرار می‌دهد. با ترسیم تابع معکوس نمودار الف-۱ ، نمودار میانگین تعداد افرادی که خبر را شنیده‌اند، n(t) ، برحسب زمان، t، به دست خواهد آمد.

مثال۲: جامعه ای را با ۱۰۰۰۰۰ نفر در نظر بگیرید. یک رسانه‌ی جمعی مانند یک هفته‌نامه اخبار خود را با نرخ ۲۰۰۰ نفر در هفته منتشر می‌نماید و این در حالی است که شنونده‌های خبر توسط این رسانه، خبر را با نرخ ۳۰ نفر در هفته به دیگران منتقل می‌کنند. همچنین یک سایت اینترنتی موجود است که اخبار خود را با نرخ ۱۰۰۰ نفر در هفته انتشار می‌دهد. شنونده‌های خبر با احتمال ۰.۰۰۰۱، منبع جدید خبر بوده که شروع به انتشار اخبار با همان نرخ سایت اصلی می‌نمایند. همچنین افرادی که شنونده‌ی عادی خبر توسط سایت اینترنتی هستند؛ اخبار را با نرخ ۱۰۰ نفر در هفته در اختیار دیگران قرار می‌دهند. در این مثال نیز ابتدا رسانه جمعی، اخبار را سریع تر در اختیار مخاطبان قرار می دهد ولی پس از مدتی، اینترنت به مخاطبان بیشتری در مدت زمان کمتری اطلاع‌رسانی می‌کند (نمودار ب-۱ را ببینید).

مثال ۳: همان مثال ۲ را دوباره درنظر بگیرید با این تفاوت که نرخ انتشار رسانه‌ی جمعی ۷۰۰۰ نفر در هفته است. در این‌صورت، همان گونه که از نمودار ج-۱ مشخص است؛ در این حالت رسانه جمعی اخبار را سریع تر از اینترنت به مخاطبان اطلاع می‌دهد.

مثال۴: باز هم مثال ۲ را درنظر بگیرید ولی این‌بار با این تفاوت که نرخ انتشار اینترنت ۱۳۰۰ نفر در هفته است. دراین حالت، این اینترنت است که گوی سبقت در اطلاع رسانی را از رسانه جمعی ربوده است (نمودار د-۱).

از مثال‌های گفته شده می‌توان نتیجه گرفت؛ به‌طور مطلق و قطعی نمی‌توان در خصوص بهتر یا بدتر بودن رسانه ای نسبت به رسانه‌ی دیگر قضاوت نمود. رفتار یک رسانه بسیار وابسته به پارامترهای آن ها (α, β, N, P) بوده و باید با توجه به موارد پیش‌آمده و با عنایت به اهداف مورد نیاز، رسانه‌ها تجزیه و تحلیل و ارزیابی شوند.



(الف) مثال ۱ (ب) مثال ۲

(ج) مثال ۳ (د) مثال ۴

نمودار ۱. میانگین زمان برای شنیدن خبر توسط n نفر

نتیجه‌گیری و پیشنهاد مطالعه‌های آتی

صاحبان رسانه‌ها، گاهی اوقات تمایل به انتشار سریع و در برخی موقعیت ها هم راغب به نشر کند و آرام اخبار و اطلاعات در بین مخاطبان هستند. بنابراین، تحلیل و بررسی رسانه‌های جمعی و اینترنت در بستر زمانی از اهمیت خاصی برخوردار است که بدین منظور، α، نرخ انتشار خبر از کانال رسانه‌ای، β، نرخ انتشار اخبار بین افراد شنونده‌ی خبر (که کانال رسانه‌ای نیستند)، N، تعداد کل افراد جامعه و $P-1$ احتمال رسانه بودن (منبع جدید خبر بودن) شنونده‌ی خبر، در نظر گرفته شد. همچنین $\omega = \frac{\alpha}{\beta}$ و $\lambda = \alpha + N.[P\beta + (1-P)\alpha]$، تعریف شدند که با مطالعه‌ی رسانه‌های جمعی و اینترنت، در بازه زمانی و با استفاده از فرآیندهای احتمالی، معیارهای زمانی (رفتار رسانه‌ها در قبال

انتشار اطلاعات و اخبار) حاصل شد که برای تحلیل رفتار رسانه‌ها در بستر زمانی به کار گرفته می شود. جدول ۱ معیارهای مختلف کانال‌های رسانه ای را نشان می‌دهد.

جدول ۱. معیارهای مختلف کانال‌های رسانه‌ای

نوع رسانه / معیار	رسانه جمعی	اینترنت
میانگین مدت زمانی که n نفر خبر را شنیده‌اند	$E(T_n) \approx \frac{1}{\beta(N+\omega)} \times \left\{ \ln \frac{N(n+\omega-1)}{N-n} + \gamma - \phi(\omega-1) \right\}$	$E(T_n) = \frac{\ln\left[\frac{n.\lambda}{\alpha(N-n)}+1\right]}{\lambda}$
میانگین تعداد افرادی که تا زمان t خبر را شنیده‌اند	$n(t) \approx N \times \left(\frac{e^{\beta(N+\omega)t-\gamma+\phi(\omega-1)} - \omega + 1}{e^{\beta(N+\omega)t-\gamma+\phi(\omega-1)} + N}\right)$	$n(t) = N.\left(\frac{\alpha.(e^{\lambda t}-1)}{\lambda+\alpha(e^{\lambda t}-1)}\right)$
میانگین مدت زمان رسیدن خبر به فرد خاصی	$E(T) = \frac{1}{N\beta(N+\omega)} \times \left\{ \sum_{i=1}^{N} \frac{N(i+\omega-1)}{N-i} + N\gamma - N \times \phi(\omega-1) \right\}$	$E(T) = \frac{\sum_{i=1}^{N} \ln\left[\frac{i.\lambda}{\alpha(N-i)}+1\right]}{N.\lambda}$
میانگین تعداد افراد شنونده‌ی خبر در لایه‌ی gاُم	----------	$n_g(t) = \frac{N.\alpha}{(\lambda-\alpha).g!} \times \left[\ln\left(\frac{\lambda}{\lambda+\alpha.(1-e^{-\lambda t})}\right)\right]^g$

به‌طور مطلق و قطعی نمی‌توان در خصوص بهتر یا بدتر بودن رسانه‌ای نسبت به رسانه‌های دیگر قضاوت کرد و باید با توجه به موارد پیش‌آمده و با عنایت به اهداف مورد نیاز، رسانه‌ها تجزیه و تحلیل و ارزیابی شوند. برای تأیید مطلب بیان شده می‌توان دلایل ذیل را عنوان نمود:

۱. همان‌گونه‌که در مثال‌های قسمت ۶ ملاحظه شد، فرمول‌های ارایه شده بسیار وابسته به نرخ‌های انتشار (α, β, N, P) هستند و با توجه به متفاوت بودن نرخ‌های انتشار رسانه‌ها (منبع‌های خبر)، نمی‌توان هیچ قضاوت کلی و قطعی در مورد آن‌ها نمود. به‌عنوان مثال نمی‌توان به‌طور قطعی بیان کرد که اینترنت رسانه ای بهتر از تلویزیون در انتشار اخبار است و باید با توجه به نرخ‌های انتشار و اهداف مورد نیاز دو رسانه، در موارد خاص بررسی و تحلیل شود.

۲. اهداف در انتشار اخبار، یکسان نبوده و در مورد خبرهای متفاوت، ممکن است متغیّر باشد که این متفاوت بودن اهداف، متفاوت بودن معیارها را نتیجه می‌دهد. به‌عنوان مثال همیشه $n(t)$ بیشتر یا $E(T_n)$ و $E(T)$ کمتر، مطلوب و بهتر نیست و باید با توجه به هدف مورد انتظار، رسانه‌ای که بیشتر با هدف مطابقت داشته باشد، مورد تمرکز قرار گیرد.

۳. اولویت معیارها هم می‌تواند در موارد متفاوت، یکسان نباشد.

در نتیجه قضاوت کردن درخصوص اینکه کدام رسانه برای انتشار خبری خاص، بهتر و مؤثرتر است، باید به‌صورت بسیار دقیق و علمی و با توجه به نرخ‌های انتشار و معیارهای صحیح انجام گیرد، که بدین منظور می‌توان از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده نمود.

در مدلی که در این مقاله برای اینترنت ارایه شد، فرض بر این بود که کل افراد جامعه به یکسان در معرض انتشار اخبار قرار دارند که این فرض، با وجود مناسب بودن برای رسانه جمعی، با توجه به عدم دسترسی بسیاری از افراد جامعه به اینترنت، ممکن است فرض مناسبی برای اینترنت نباشد و همچنین افراد جامعه به دو گروه تقسیم‌بندی شدند که یک دسته پس از شنیدن خبر، خود یک منبع جدید خبر با نرخ انتشار برابر با منبع اصلی و دسته دیگر پس از شنیدن خبر، به‌عنوان انتشار دهنده‌ی عادی خبر هستند. از طرف دیگر، در مدل ارایه شده فرض بر آن است که نرخ انتشار اخبار با گذشت زمان تغییر نمی‌کند که این فرض چندان نزدیک به واقعیت نیست؛ چون با گذشت زمان اخبار و اطلاعات تازگی خود را از دست می‌دهند. همچنین در مدل بیان شده هیچ معیار هزینه‌ای در نظر گرفته نشده که چندان مطلوب نیست. با توجه به مطالب ارایه شده در ادامه پیشنهادهایی برای مطالعه‌های آتی ارایه می‌شود:

- گروه‌بندی دقیق‌تر و واقعی‌تر افراد جامعه به دسته‌های مختلف و یکنواخت فرض نکردن افراد جامعه.
- وابسته کردن نرخ انتقال خبر به زمان.
- در نظر گرفتن معیارهای هزینه‌ای همانند: هزینه انتقال خبر از رسانه، هزینه جذب مخاطب جدید و همچنین هزینه نرسیدن خبر به مخاطبان.

منابع

۱. بابایی محمدعلی، احدی پری. بررسی رابطه‌ی ویژگی‌های شخصیتی و رفتار خرید کاربران اینترنت در ایران. نشریه مدیریت فناوری اطلاعات ۱۳۸۹؛ ۲(۴): ۳۹-۵۸.

۲. روستا احمد، ابوالفضلی سید ابوالفضل، قربانی حسن. بررسی نقش تعدیل کننده عدم اعتماد به اجتناب از تبلیغات اینترنتی. نشریه مدیریت فناوری اطلاعات ۱۳۸۸؛ ۱(۲): ۵۱-۶۶.

۳. سیاوشی ملیحه، عابدین بهاره. بررسی نگرش و عکس‌العمل افراد نسبت به دریافت پیامک‌های تبلیغاتی در عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات. نشریه مدیریت فناوری اطلاعات ۱۳۸۸؛ ۱(۳): ۵۳-۶۸.

۴. قلی‌پور آرین، امیری بهنام. تأثیر فناوری اطلاعات بر رفتار سازمانی: بررسی چالش‌های هویتی در تیم‌های مجازی و تأثیر آن بر رفتار اعضای تیم. نشریه مدیریت فناوری اطلاعات ۱۳۸۸؛ ۱(۲): ۱۰۳-۱۱۸.

5 . Bailey, N. T. J. Mathematical Theory of Infectious Diseases and its Applications. London: Griffin; 1975.

6 . Ball F. The threshold behavior of epidemic models, J. Appl. Prob 1983; 20: 227-241.

7 . Ball F. A unified approach to the distribution of total size and total area under the trajectory of infectives in epidemic models. Adv. Appl. Prob. 18; 1968: 289-310.

8 . Ball, F., Clancy, D. The final size and severity of a generilised stochastic multitype epidemic model, Adv. Appl. Prob. 1993; 25: 721-736.

9 . Ball F, Neal P. A general model for stochastic SIR epidemics with two levels of mixing, Mathematical Biosciences 2002; 180(1-2): 73-102.

10 . Baroyan O, Rvachev V, Ivannikov Y. Modelling and Forecasting of Influenza Epidemics in the Territory of the USSR (in Russian). Moscow; 1977.

11 . Bartholomew D.J. Stochastic models for social process, John Wiley & Sons Ltd, 3 rd Edition, New York; 1982.

12 . Battisti G., Stoneman P. The intra-firm diffusion of new process technologies, International Journal of Industrial Organization 2005; 23(1-2): 1-22.

13 . BezemerD, Wolf F, Boerlijst M. C, Sighem A, Hollingsworth T. D, Fraser C. 27 years of the HIV epidemic amongst men having sex with men in the Netherlands: An in depth mathematical model-based analysis, Epidemics 2010; 2: 66-79.

14 . Bowman H, Bryans J. W, Derrick J. Analysis of a Multimedia Stream using Stochastic Process Algebra, Computer Journal 2001; 44, No. 4: 230-245.

15 . Brown L.A. Innovation Diffusion: A New Perspective, Methuen, London; 1981.

16 . Clancy D. Some comparison results for multitype epidemic models. J. Appl. Prob 1994; 31 (1).

17 . Clancy D., French N. P. A stochastic model for disease transmission in a managed herd, motivated by Neospora caninum amongst dairy cattle, Mathematical Biosciences 2001; 170(2): 113-132.

18 . Colizza V, Barrat A, Barth´elemy M, Vespignani A. The modeling of global epidemics: Stochastic dynamics and predictability. Bulletin of Mathematical Biology 2006a; 68: 1893-1921.

19 . Colizza V, Barrat A, Barth´elemy M, Vespignani A. The role of the airline transportation network in the prediction and predictability of global epidemics. Proceedings of the National Academy of Sciences 2006b; 103: 2015-2020.

20 . Colizza V, Vespignani A. Epidemic modeling in metapopulation systems with heterogeneous coupling pattern: Theory and simulations, Journal of Theoretical Biology 2008; 251(3): 450-467.

21 . Dye R. The Buzz on Buzz. Harvard Business Rev 2000; 78(6): 139-146.

22 . Faddy M. J. The outcome of a general spatial epidemic on the line. J. Appl. Prob. 20 1983; 715-727.

23 . Faddy M. J. A note on the behavior of deterministic spatial epidemics. Math. Biosci 1986; 80: 19-22.

24 . FaddyM. J, Lorach I. H. Bounds on the velocity of spread of infection for a spatially connected epidemic process. J. Appl. Prob1980; 17, 839-845.

25 . Funkhouser G. R., McCombs M. E. The Rise and Fall of News Diffusion, The Public Opinion Quarterly 1971; 35(1): 107-113.

26 . Goldenberg J, Libai B, Solomon S. Marketing Percolation 2000; Phys A 284(1-4): 335-347.

27 . Gruhl D, Guha R, Liben-Nowell D, Tomkins A. Information Diffussion Through Blogspace, In Proceedings of the 13th international conference on World Wide Web; 2004: 491-501.

28 . Hagerstrand T. Innovation Diffusion as a Spatial Process, University of Chicago Press, Chicago, Illinois; 1967.

29 . Henry C. T, Ruth J. W. Some properties of a simple stochastic epidemic model of SIR type, Mathematical Biosciences 2007; 208(1): 76-97.

30 . Inaba H. Threshold and stability results for an age-structured epidemic model, journal of Mathematical Biology 1990; 28: 411-434.

31 . Iribarren; J. L.; Moro E. Information diffusion epidemics in social networks, working paper series, social science research network; 2007.

32 . Jurvetson S, Draper R. Viral Marketing. Netscape M-Files; 1997.

33 . Kempe D, Kleinberg J, Tardos E. Maximizing the Spread of Influence through a Social Network, SIGKDD; 2003.

34 . KermackW. O, McKendrick A. G. A contribution to the mathematical theory of epidemics, Proceedings of the Royal Society A 1927; 115: 700-721.

35 . Khelil A, Becker C, Tian J, Rothermel K. An epidemic model for information diffusion in Manets, In Proceedings of the 5th ACM international workshop; 2002.

36 . Kim K. I, Zhigui L. Asymptotic behavior of an SEI epidemic model with diffusion, Mathematical and Computer Modelling 2008; 4711-12: 1314-1322.

37 . LaRose R, Mastro D, Eastin M. S. Understanding Internet Usage: A Social-Cognitive Approach to Uses and Gratifications, Social Science Computer Review 2001; 19(4): 395-413

38 . Li X. Z, Gupur, ZHU G, G.T. Threshold and Stability Results for an Age-Structured SEIR Epidemic Model, Computers and Mathematics with Applications 2001; 42: 883-907.

39 . McEachern M, Hanson S. Socio-geographic perception in the diffusion of innovation: Solar energy technology in Sri Lanka, Energy Policy 2008; 36: 2578- 2590

40 . Melvin, L. D, Everette, E. D. Understanding Mass Communication, Houghton Mifflin Company 2001; 7rd edition.

41 . Mollison D. Spatial contact models for ecological and epidemic spread. J. R. Statist. Soc 1977; B 39: 283-326.

42 . Moreno Y, Nekovee M, Pacheco A.F. Dynamics of rumor spreading in complex networks, Phys. Rev 2004; E 69, 066103.

43 . Morris M, Ogan C. The Internet as Mass Medium, Journal of Communication 1996.

44 . Newman M.E.J. The spread of epidemic disease on networks, Phys. Rev 2002; E 66, 016128.

45 . Pastor-Satorras R. Vespignani, A. Epidemic spreading in scale-free networks, Phys. Rev 2001. Lett. 86: 3200-3203.

46 . Reluga T. A two-phase epidemic driven by diffusion, Journal of Theoretical Biology 2004; 229(2): 249-261.

47 . Sernovitz A. Word of Mouth 101, Word of Mouth Marketing Association, New York; 2005.

48 . Valente T.W. Network Models of the Diffusion of Innovations, Hampton Press, Cresskill, NJ; 1995.

49 . Zhonghua Z, Jigen P. A SIRS epidemic model with infection-age dependence, J. Math. Anal. Appl 2007; 331: 1396-1414.