الگوی انتشار تلفن ثابت و تعیین‌کننده‌های اقتصادی ضریب اثرات خارجی شبکهٔ آن در ایران

منصور خلیلی‌عراقی
استاد دانشگاه تهران

قهرمان عبدلی
استادیار دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۹/۱۰

چکیده

تلفن ثابت همانند تلفن همراه، اینترنت، فاکس و ایمیل، یک وسیلهٔ ارتباطی، یا به‌عبارتی کالای شبکه‌ای است که اثرات خارجی شبکه به آن مرتبت است، یعنی با افزایش تعداد استفاده کنندگان، مطلوبیت استفاده کننده افزایش پیدا می‌کند و محرکی برای افزایش ضریب نفوذ است، از این‌رو هر چه ضریب نفوذ بالاتر باشد، اثرات شبکه‌ای تقویت می‌شود. در این مقاله، به بررسی عوامل تأثیرگذار روی ضریب اثرات شبکه‌ای می‌پردازیم. نتایج نشان می‌دهد که عوامل و متغیرهای فنی و اقتصادی در آن مؤثرند. منحنی s شکل نفوذ آن در ایران کامل نیست و ضریب اثرات خارجی شبکه‌ای ضعیف است، لذا گسترش شبکه تلفن ثابت با توجه به منحنی تقاضا، نقش عمده‌ای در افزایش تمایل به پرداخت مردم به تلفن ثابت دارد.

طبقه‌بندی JEL: L96.

کلیدواژه: منبع اطلاعات مختلط، اثرات خارجی شبکه، ضریب نفوذ، منحنی s شکل.

۱- مقدمه

هر پدیده‌ای در زمان ظهور خود برای بشر، نو و جدید است. این پدیدهٔ نو و جدید می‌تواند یک تکنولوژی جدید و یا یک کالای واسطه‌ای جدید باشد، که در فرایند تولید مورد استفاده قرار گرفته و بهره‌وری را افزایش دهد و گاهی پدیدهٔ نو کالای مصرفی است. در نهایت، همهٔ آن‌ها منجر به افزایش رشد اقتصادی و به تبع آن بر رفاه و آسایش مردم اثر مثبت می‌گذارند. چگونگی انتشار این نوآوری‌ها در جامعه مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفته است.

اگر فراوانی تجمعی پذیرنده‌های (یعنی دارندگان بالفعل را در هر زمان) یک تکنولوژی را در طی زمان ترسیم کنیم، معمولاً منحنی s شکل پدیدار می‌شود، که در ابتدا گریلیچز ۱۹۵۷ و مانسفیلد ۱۹۸۹ بدان توجه کردند. این منحنی دو نکتهٔ مهم را نشان می‌دهد: اوّل، پذیرش تکنولوژی جدید زمان‌بر است، دوم، در مراحل اوّلیه، پذیرش به کندی، سپس سریع و بعد از آن با نزدیک شدن به نقطهٔ اشباع دوباره کند می‌شود. در حقیقت منحنی S شکل فرآیند تغییرات ضریب نفوذ را در طی زمان نشان می‌دهد که از صفر شروع و به صددرصد منتهی می‌شود ضریب نفوذ نسبت پذیرنده‌ها به کل جامعه است. توجیه عمده در زمینهٔ دلیل S شکل بودن انتشار نوآوری‌ها در جامعه که در این مقاله مدنظر است، به نحوهٔ انتشار اطلاعات مربوط است. تکنولوژی جدید دارای مشخصه‌های فنی است، که آن‌را از تکنولوژی‌های قبلی متفاوت می‌کند و این تفاوت‌ها می‌توانند از طریق تبلیغات و استفاده‌کنندگان قبلی، به اطلاع استفاده‌کنندگان بالقوه برسند. به‌هر میزانی که جریان انتقال این اطلاعات کند باشد، تکامل منحنی S در طی زمان طولانی پدیدار شده و به عبارتی ضریب نفوذ به کندی افزایش پیدا می‌کند.

رویکرد مذکور در تبیین نفوذ کالاهای شبکه‌ای جدید مثل تلفن، اینترنت، تلفن همراه، فاکس و ایمیل مورد مطالعهٔ اقتصاددانان بوده است. (منظور از کالاهای شبکه‌ای، کالاهایی‌اند که مطلوبیت هر دارندهٔ آن، با افزایش تعداد دارندگان آن در جامعه افزایش پیدا می‌کند، یعنی از یک طرف او می‌تواند با افراد بیش‌تر و از طرفی افراد بیش‌تر می‌توانند با او ارتباط داشته باشند). از جمله مطالعات انجام گرفته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: گروبر[۱]، گروبرو وربون[۲]. در مدل مورد استفادهٔ آن‌ها دو عامل مؤثر در انتشار تکنولوژی جدید، یعنی منبع اوّلیه و پذیرنده‌های قبلی تفکیک نشده‌اند، هم‌چنین مطالعات کارشناس و استون من[۳]، راجرز[۴]، جروسکی[۵]، سیتوفسکی و ملر[۶] و شو- لینگ جونگ[۷]، با این رویکرد به مقولهٔ انتشار تکنولوژی جدید برخورد کرده‌اند.

خطوط تلفن ثابت یکی از تکنولوژی‌های ارتباطی مهم است که امروزه با ظهور اینترنت، فاکس و سایر وسایل ارتباطی مکمل، اهمیت زیادی در زندگی بشر پیدا

---

1 - Gruber, 2001.
2 - Gruber & Verbooven, 2001a,b.
3 - Karshenas & Stoneman, 1993.
4 - Rogers,1995.
5 - Geroski, 2000.
6 - Scitivski & Meler 2002.
7 - Show- Ling Joung 2005.

کرده‌اند، ولی از طرفی با ظهور موبایل و تلفن بی‌سیم از اهمیت آن کاسته شده است. در مطالعهٔ ضریب نفوذ هر پدیده از جمله کالاهای شبکه‌ای مثل تلفن ثابت با جاذبهٔ استفاده از مدل‌های انتشار تکنولوژی جدید هستیم که در این مدل‌ها به بررسی عوامل و چگونگی تکامل ضریب نفوذ پرداخته می‌شود.

مطالعهٔ نفوذ تلفن ثابت در ایران به‌عنوان یک تکنولوژی ارتباطی دارای اثرات شبکه‌ای، موضوع مقالهٔ حاضر است. در این مقاله، در مرحلهٔ اول از یک مدل اپیدمی که به مدل لاجستیک معروف است، منحنی S را تخمین خواهیم زد.

در مرحلهٔ دوم، با به‌کارگیری رویکرد اثرات خارجی شبکه، اوز- شی[1] ضریب اثرات خارجی شبکه را به‌دست آورده و عوامل مؤثر اجتماعی، اقتصادی و فنی در تکامل آن را در طی زمان با استفاده از یک مدل رگرسیونی تخمین خواهیم زد. شاید مدل ارائه شده در این مقاله برای موبایل مناسبت بیش‌تری داشته باشد، ولی از آن‌جایی که تاریخ ورود موبایل به ایران ۱۳۷۳ بوده و سری زمانی موجود کم است، لذا تلفن ثابت انتخاب شده است

۲- مدل

همان‌گونه که اشاره شد، هر نوآوری در زمان معرفی خود به جامعه، جدید است و به تدریج در جامعه اشاعه پیدا کرده و در نهایت در کل جامعه انتشار پیدا می‌کند. روند انتشار تکنولوژی جدید در جامعه، از زمان معرفی تا نفوذ و اشاعهٔ کامل، شکل S دارد، یعنی اگر کل پذیرنده‌های آن تکنولوژی را در محور عمودی و زمان را در محور افقی نشان دهیم از زمان معرفی تکنولوژی جدید تا نفوذ کامل آن را در این منحنی نشان دهیم، منحنی S شکل پدید می‌آید. مشخصهٔ عمدهٔ این منحنی آن است که در زمان معرفی تکنولوژی پذیرنده‌ها به دلایلی که گفته خواهد شد، پایین هستند و با گذشت زمان به‌شدت به آن‌ها افزوده می‌شود، طوری‌که منحنی به نقطهٔ عطف می‌رسد و پس از آن دوباره با نزدیک شدن به نقطهٔ اشباع (ضریب نفوذ کامل)، کند می‌شود و در نفوذ کامل همهٔ پذیرنده‌ها آن‌را پذیرفته‌اند و منحنی S شکل کامل است در حقیقت رشد پذیرنده‌ها طی زمان، ابتدا صعودی، است. سپس به نقطهٔ حداکثر می‌روند و پس از آن نزولی می‌شوند و وقتی که همه‌پذیر شد، رشد پذیرنده‌ها صفر می‌شود.

---

1 - Oz- Shy, 2001.

تلفن ثابت همانند هر نوآوری جدید معرفی شده به جامعه، در زمان معرفی جدید بوده است و بلافاصله توسط تمام افراد پذیرفته نمی‌شود، بلکه پذیرش آن توسط کل افراد جامعه به دلایل مختلف فنی و اقتصادی و اجتماعی مستلزم گذر زمان است، که این زمان‌بری را می‌توان با به‌کارگیری مدل‌های انتشار تکنولوژی جدید مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. یکی از مهم‌ترین مدل‌هائی که برای مطالعهٔ نفوذ انتشار کالاهای شبکه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، شکلی از مدل لاجستیک است که به مدل منبع اطلاعاتی مختلط[1] معروف است. در این مدل، فرض می‌شود ابتدا تکنولوژی جدید ارتباطی (مثل تلفن) از یک منبع اوّلیه و یا همان منبع مرکزی[2] به جامعه معرفی می‌شود، این منبع مرکزی می‌تواند شرکت مخابرات باشد. با معرفی تکنولوژی جدید توسط منبع مرکزی، در ابتدا گروه اندکی از افراد جامعه می‌توانند از خدمات آن استفاده کنند، آن‌گاه یک منبع جدید برای انتشار آن شکل می‌گیرد و آن تأثیری است که آن پذیرنده‌های اولیه روی جامعه می‌گذارند و به‌عبارتی، جامعه از آن‌ها تقلید کرده و اقدام به پذیرش آن تکنولوژی می‌کند. به‌عبارت دیگر، در هر زمان پذیرنده‌ها قبلی مورد تقلید پذیرنده‌های بعدی می‌شوند. این تقلید به واسطهٔ انتقال اطلاعاتی است که توسط پذیرنده‌های قبلی به افرادی که هنوز آن را نپذیرفته‌اند، منتقل شده و ایجاد تقاضا می‌کند و این تقاضا به منبع مرکزی منتقل شده، با عرضهٔ بیش‌تر تلفن آن‌ها را به پذیرنده تبدیل می‌کند. با استفاده از مدل لاجستیک، می‌توان این تأثیرات را به خوبی نشان داد.

در طراحی مدل فروض زیر در نظر گرفته می‌شوند:

۱) در زمان t، دو منبع اطلاعاتی برای تصمیم به پذیرش تکنولوژی جدید در اختیار آن دسته از افرادی که هنوز آن را ندارند، قرار دارد:

الف- منبع مرکزی ب) منبع شفاهی یا تقلیدی. ضریب نفوذ حاصل شده از منبع مرکزی، مستقل از اندازهٔ پذیرنده‌های موجود است، در حالی که ضریب نفوذ ناشی از منبع (شفاهی)، متکی و وابسته به‌اندازهٔ پذیرنده‌های موجود است. بنابراین، کل ضریب در زمان t برابر است با:

ضریب نفوذ در زمان t از طریق تقلید (β_t) + ضریب نفوذ در زمان t توسط منبع مرکزی (α)= کل نفوذ در زمان t

---

1 - Mixed Information Source Model.
2 - Central Source.

۲) با توجه به فرض ۱ در هر زمان از جمعیتی که هنوز تکنولوژی جدید را نپذیرفته‌اند (پذیرنده‌های بالقوه) α درصد توسط منبع مرکزی و β_t درصد توسط انتشار شفاهی اطلاعات یا به عبارتی از طریق تقلید به پذیرنده‌ها می‌پیوندند:

$$\Delta y_t = \alpha[N - y_{t-1}]\Delta t + \beta\frac{y_{t-1}}{N}[N - y_{t-1}]\Delta t \qquad 0 \le \alpha,\beta \le 1 \qquad (1)$$

رابطهٔ (۱)، همان مدل ارایه شده توسط Geroski 2000 دربارهٔ انتشار تکنولوژی جدید است، که به مدل اپیدمی از نوع لاجستیک معروف است. در رابطهٔ (۱)، a ضریب نفوذ حاصل از منبع مرکزی و مستقل از اندازهٔ پذیرنده‌های موجود است، β ضریب نفوذ ناشی از منبع ثانویه (تقلید) که متکی و وابسته به اندازهٔ پذیرنده‌های موجود است باید توجه داشت β در طی زمان تغییر می‌کند و در هر زمان ضریب نفوذ تا آن زمان را اندازه‌گیری می‌کند. $\Delta y(t)$ تغییر در ذخیره پذیرنده‌ها یا به عبارت دیگر تغییر در دارندگان تکنولوژی در فاصلهٔ زمانی t و t+۱ است، N پذیرنده‌های بالقوه، یا به‌عبارتی کل افراد جامعه، $y(t)$ ذخیرهٔ پذیرنده‌ها در زمان t است. $\frac{y(t)}{N}$ نشان‌دهنده احتمال برخورد با یک پذیرنده، تکنولوژی در جامعه است. رابطهٔ (۱) را در حالت پیوسته می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$dy(t) = \left[\alpha + \beta\frac{y(t)}{N}\right][N - y(t)]dt \qquad (2)$$

از رابطهٔ (۲) می‌توان$y(t)$ را به‌دست آورد، که نحوهٔ به دست آوردن آن را که حل یک معادلهٔ دیفرانسیلی است، در ضمیمه آورده‌ایم.

$$y(t) = N[1 - e^{-(\alpha+\beta N)t}]\left[1 + \xi e^{\frac{-\beta(\alpha+\beta N)t}{\alpha}}\right]^{-1} \qquad (3)$$

$y_{(t)}$، معادلهٔ ریاضی منحنی S است که در نمودار (۱) حالات مختلف آن نشان داده شده است.

در رابطهٔ (۳)، $\xi = \frac{N - y(0)}{y(0)}$ می‌باشد که $y(0)$ استفاده‌کنندگان اوّلیه را نشان می‌دهد.

نقطهٔ عطف رابطهٔ (۳) عبارت است از:

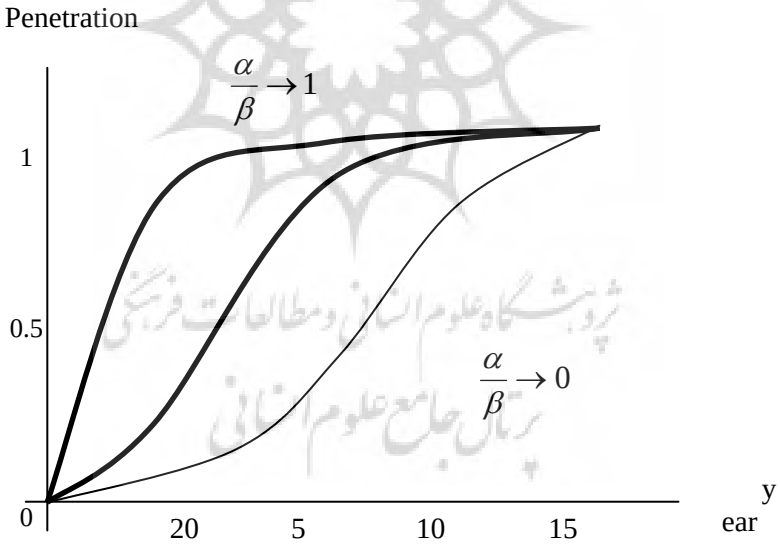
$$y^{*}(t)=\frac{N}{۲}\left(\frac{۱-\frac{۲\alpha}{\alpha+\beta}}{۱-\frac{\alpha}{\alpha+\beta}}\right)\leq\frac{N}{۲} \qquad (۳)$$

نقطهٔ عطف نشان‌دهندهٔ حداکثر سرعت نفوذ تکنولوژی جدید در جامعه است. همان‌طوری‌که قبلاً گفته شد، N، کل افرادی است که تکنولوژی جدید را می‌پذیرند و لذا $\frac{N}{۲}$ نصف آن را نشان می‌دهد. از آن‌جایی که عبارت داخل پرانتز کوچک‌تر از یک و بزرگ‌تر از صفر است بنابراین نقطهٔ عطف منحنی S موقعی است که کم‌تر از نصف جامعه تکنولوژی جدید را پذیرفته‌اند.

طبق رابطهٔ (۴)، عوامل مؤثر بر نقطهٔ عطف عبارتند از:

$$y(t^{*})=f(N,\alpha,\beta) \qquad (۴)$$

اثر α و β بر نقطهٔ عطف در نمودار ۱ نشان داده شده است. هر قدر $\alpha > \beta$ باشد نقطهٔ عطف در زمانی سریع‌تر و هرقدر $\alpha < \beta$ باشد، نقطهٔ عطف در زمانی طولانی‌تر اتفاق می‌افتد.



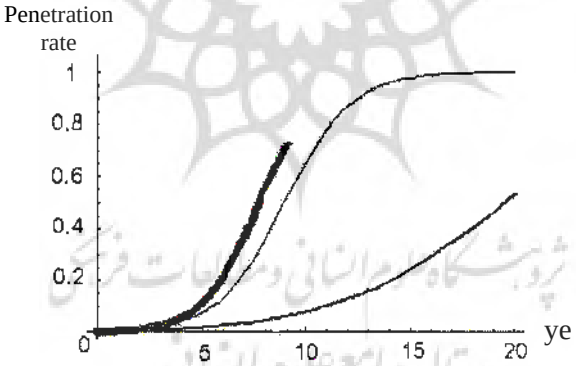
نمودار ۱- منحنی رابطهٔ (۳) – منحنی S شکل

برای تجزیه و تحلیل‌های رگرسیون می‌توان معادلهٔ (۱) را به‌صورت زیر نوشت: (با این فرض که تعداد افراد جامعهٔ (N) در طی زمان (به‌دلیل رشد جمعیت) تغییر می‌کند):

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} = \alpha\left[N_{t-1} - y_{t-1}\right] + \beta \frac{y_{t-1}}{N_{t-1}}\left[N_{t-1} - y_{t-1}\right] \qquad (۶)$$

در این صورت در رابطهٔ (۱)، $\Delta y_t = (t+۱) - t = ۱$ خواهد بود. در معادلهٔ (۶)، N کل جامعه و Y بخشی از جامعه است که تکنولوژی جدید را پذیرفته‌اند و هر دو این متغیرها از طریق آمارها سری زمانی قابل دست‌یابی است و با تخمین معادله می‌توان α و β را به‌دست آورد و با جای‌گذاری مقدار آن‌ها در معادلهٔ (۳)، منحنی $y_{(t)}$ و در معادلهٔ (۴) می‌توان نقطهٔ عطف را تخمین زد.

لازم به توضیح است ممکن است منحنی S شکل کامل نشده باشد، در این صورت، این منحنی می‌تواند به شکل‌های مختلفی باشدکه در نمودار ۲، سه حالت از آن‌ها نشان داده شده‌اند. در حالتی که منحنی S شکل کامل نشده باشد، معادلهٔ (۳) پیش‌بینی کنندهٔ خوبی برای تعیین تعداد پذیرنده‌ها در هر زمان خواهد بود.



نمودار ۲- اشکال مختلف منحنی S شکل

در نمودار ۲، منحنی OA نشان‌دهندهٔ بخشی از منحنی S است که فرآیند نفوذ و انتشار تکنولوژی جدید سریع ولی در حال جریان است، منحنی OB نشان‌دهندهٔ نفوذ کامل است یعنی وقتی که شیب منحنی S صفر گردیده تمام افراد جامعه تکنولوژی جدید را پذیرفته‌اند و منحنی OC نشان‌دهندهٔ فرآیند نفوذ کند و در جریان است.

۲-۱- تفسیر ضریب β

کالاهای شبکه‌ای نظیر تلفن، موبایل، فاکس و اینترنت، موقعی مطلوبیت بیش‌تری برای کاربر دارند که افراد بیش‌تری دارنده آن‌ها بوده و از آن‌ها استفاده کنند، زیرا امکان ارتباط برقرار کردن با افراد بیش‌تری برای آن و دیگران با آن مهیا می‌شود. همین ویژگی سبب می‌شود که تابع تقاضای این نوع وسایل، تفاوت ساختاری با تابع تقاضای کالاها و خدمات دیگر داشته باشد. به عبارت دیگر، با افزایش تعداد دارندگان و استفاده‌کنندگان از این وسایل، مطلوبیت استفاده از آن برای یک فرد دارنده افزایش می‌یابد، لذا افراد بعدی با رغبت بیش‌تری به پذیرنده‌ها می‌پیوندند.

می‌توان چگونگی اثرگذاری اثرات شبکه در تابع مطلوبیت و تقاضای فرد x را بدین‌گونه نشان داد: اگر تمایل به پرداخت مصرف‌کننده‌ای، مقدار x باشد، در این صورت تابع مطلوبیت او به‌صورت زیر خواهد بود (توضیح بیش‌تر در این زمینه در پیوست مقاله آورده شده است):

$$U_x = \begin{cases} (1-x)\beta\, q^e - P & \text{(۷) چنان چه فرد صاحب کالای شبکه‌ای (تلفن) باشد} \\ 0 & \text{چنان چه فرد فاقد آن باشد} \end{cases}$$

در رابطهٔ مذکور:

Ux: مطلوبیت مصرف کنندهٔ x است، که x موقعیت نسبی تمایل پرداخت او را در مقایسه با افراد جامعه نشان می‌دهد. x یک متغیر نسبی و دارای دامنهٔ $x \in [0, 1]$ است. می‌توان تمام افراد جامعه که می‌خواهند از کالای شبکه‌ای استفاده کنند را برحسب تمایل پرداخت آن‌ها به آن کالا از بالا به پایین رتبه‌بندی و آن‌ها را بین صفر و ۱ مقیاس‌بندی کرد و هریک را x نامید، به‌طوری‌که xهای پایین‌تر، آن‌هایی هستند که تمایل پرداخت بالا دارند. یعنی داشتن تلفن (کالای شبکه‌ای) مطلوبیت بسیار بالائی را برای آنان ایجاد می‌کند و xهای بالا آن‌هایی هستند که تمایل پرداخت پایین دارند.

q^e: کل افرادی‌که فرد x انتظار دارد در نهایت صاحب آن وسیله شوند (یا به‌عبارتی اندازهٔ شبکه را از دید او نشان می‌دهد) و P قیمت خرید تلفن است.

حال می‌توانیم نقش β را در تابع مطلوبیت فوق نشان دهیم. قبلاً توضیح داده شده که تلفن ثابت دارای اثرات شبکه‌ای است و β همان ضریب تقلید است. پس هرقدر β بزرگ‌تر باشد، یعنی افراد بیش‌تری از جامعه صاحب آن وسیله شده‌اند و اندازهٔ شبکه بیش‌تر شده است. از این‌رو، β در طی زمان اضافه می‌شود، یعنی در هر زمان $\beta \times N$ فرد

به جامعهٔ دارندهٔ کالای شبکه‌ای می‌پیوندند. پس در رابطهٔ (۷) می‌توان گفت $q^e = N$ است. طبق تابع مطلوبیت (۷)، با افزایش q^e، U_x افزایش پیدا می‌کند، که همان اثرات خارجی شبکه را نشان می‌دهد. لذا $\beta.N = \beta \times q^e$ نشان‌دهندهٔ آن بخش از پذیرنده‌های جامعه است که وقتی فرد xام صاحب تلفن ثابت می‌شود، دارندهٔ تلفن هستند.

با توجه به تعریف اثر خارجی شبکه از تابع مطلوبیت (۷) داریم:

$$\frac{dU_x}{dq^e} = \beta - \beta x > 0 \qquad (۸)$$

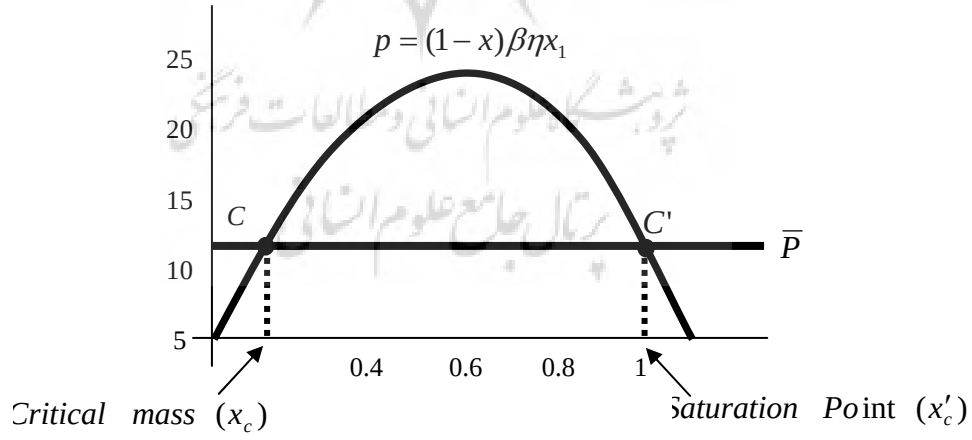
زیرا $x, \beta \in [0,1]$ هستند.

می‌توان تابع تقاضای معکوس را از رابطهٔ (۷) با منطق ریاضی (Oz-Shy ۲۰۰۱) به‌صورت زیر به‌دست آورد (به پیوست مراجعه شود):

$$P = (1 - \hat{x})\beta.\eta.\hat{x} \qquad (۹)$$

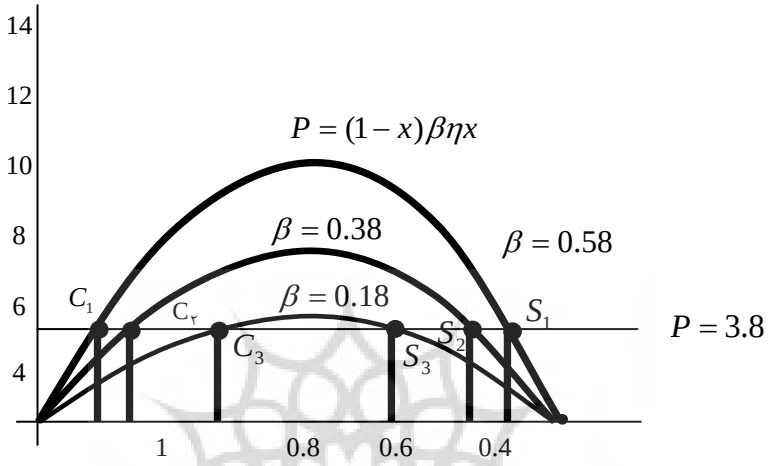
گروهی از متقاضیان که تعداد آن‌ها η است و با x اندیس شده‌اند را در نظر می‌گیریم، متقاضیانی که با $x > \hat{x}$ اندیس شده‌اند، تمایل پرداخت آن‌ها کم‌تر از حد آستانهٔ $\hat{x}$ است و کالای شبکه‌ای را نمی‌خرند، پسف آن‌هایی که $x \leq \hat{x}$ هستند، خواهان خریدند. لذا می‌توان گفت $q^e = \eta.\hat{x}$.

معادلهٔ (۹) را برای سطح معینی از η و β می‌توان رسم کرد. (نمودار ۳).



نمودار ۳- تقاضا برای خدمات تلفن ثابت

طبق نمودار ۳ در هر قیمت دو مقدار تقاضا یعنی x حاصل می‌شود که با C و C´ نشان داده شده تنها در C´ تعادل پایدار است در نمودار ۴ اثر مقدار β برای حالت η =۱۰۰ و P=۳/۸ نشان داده شده است. یعنی افزایش β تابع تقاضا را به سمت بالا منتقل کرده و تمایل پرداخت مصرف‌کننده را افزایش می‌دهد.



نمودار ۴- بررسی اثر β روی تقاضا

بنابراین طبق نمودار (۳) مقدار تقاضا در نقطهٔ x_c و x'_c برابر است با:

$$X_C = \frac{\beta\eta - \sqrt{\beta^2\eta^2 - 4P\beta\eta}}{2\beta\eta} \qquad (10)$$

$$X'_C = \frac{\beta\eta + \sqrt{\beta^2\eta^2 - 4P\beta\eta}}{2\beta\eta} \qquad (11)$$

با استفاده از مشتق‌گیری جزیی از رابطهٔ (۱۰) و (۱۱) خواهیم داشت:

$$\frac{\partial X_C}{\partial\beta} = \frac{\sqrt{-4P\beta\eta+\beta^2\eta^2} - \beta^2\eta^2}{4\beta^2\eta\sqrt{-4p\beta\eta+\beta^2\eta^2}} < 0 \qquad \frac{\partial X'_c}{\partial\beta} = \frac{\sqrt{-4p\beta\eta+\beta^2\eta^2} + \beta^2\eta^2}{4\beta^2\eta\sqrt{-4p\beta\eta+\beta^2\eta^2}} > 0 \qquad (12)$$

هر قدر β بزرگ‌تر باشد مقدار X_C کم‌تر و در عوض X'_C بیش‌تر می‌گردد، یعنی اشباع در حالتی اتفاق خواهد افتاد که متناظر با تمایل به پرداخت (x) پایین‌تری باشد.

۳- برآوردها

۳-۱- تعیین مقدار α و β

برای محاسبه این‌که آیا واقعاً β و α در ضریب نفوذ نقش داشته‌اند و این‌که هر کدام به‌طور متوسط چقدر مؤثر بوده‌اند معادلهٔ ۱۴ با استفاده از آمار سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۳ که از مرکز آمار ایران و شرکت مخابرات به‌دست آمده است با روش OLS (بعد از بررسی مانایی داده‌ها) برآورد گردیده است که نتایج آن در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱- نتایج رگرسیون معادلهٔ ۶ برای دورهٔ ۱۳۸۳- ۱۳۵۸

ضریب	مقدار تخمین	t
α	0.0012	0.07
β	0.2187	11.18
تعداد مشاهده	26	-
R^2	0.97	-

جدول ۱ نشان می‌دهد که ضریب α نزدیک به صفر بوده و از لحاظ آماری نیز معنادار نمی‌باشد. یعنی منبع مرکزی در نفوذ تلفن ثابت اثر ناچیز و غیر معناداری داشته در حالی که عامل عمده در نفوذ تلفن ثابت مربوط به ضریب β یا به عبارتی ضریب تقلید و به تبع آن تقویت اثرات خارجی شبکه بوده است. البته باید توجه داشت که در مرحلهٔ معرفی تکنولوژی جدید منبع مرکزی عامل مهم بوده است ولی در مراحل بعدی اثرات تقلیدی یا شبکه روی منبع مرکزی تأثیرگذار بوده لذا این اثرات را نیز از طریق β اندازه‌گیری می‌کنند.

نسبت $\frac{\alpha}{\beta} = ۰/۰۰۵$ می‌باشد و لذا نقطهٔ عطف منحنی S در زمان نسبتاً طولانی اتفاق می‌افتد. با استفاده از نتایج به‌دست آمده برای α (نزدیک صفر) و بی‌معنا بودن آن می‌توان رابطهٔ ۶ به‌صورت زیر حل کرد:

$$\beta_t = \frac{\Delta Y_t - a[N_{t-۱} - Y_{t-۱}]}{\frac{Y_{t-۱}}{N_{t-۱}}\left[N_{t-۱} - Y_{t-۱}\right]} \qquad (۱۳')$$

از آن‌جا که مقدار Y_{t-1} و N_{t-1} در طی زمان تغییر می‌کنند مقدار β نیز در طی زمان تغییر می‌کند مگر این‌که $y_t = y_{t-1}$ باشد (ضریب نفوذ کامل شده باشد) با توجه به این‌که در جدول ۱ مقدار a=۰ به‌دست آمد می‌توان β_t را به‌صورت زیر محاسبه نمود:

$$\beta_t = \left[\frac{Y_{t-1}}{N_{t-1}}\left(N_{t-1} - Y_{t-1}\right)\right]^{-1}\left(Y_t - Y_{t-1}\right) \qquad (۱۴)$$

رابطهٔ (۱۴) مقدار β را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد لذا با داشتن N، پذیرنده‌های بالقوه (نفر در هر زمان)، Y_t (دارندگان تلفن در زمان t) می‌توان β را برای سال‌های مختلف به روش ریاضی محاسبه کرد. سپس عوامل تأثیرگذار در آن‌را مورد بررسی قرار داد که این عوامل مؤثر تأثیر خود را روی β از طریق Y_{t-1} و N_{t-1} می‌گذارند.

۲-۲- *تعیین کننده‌های ضریب* β

مطالب بالا نقش و اهمیت β را در اثرات خارجی شبکه نشان می‌دهد. از مباحث بالا باید متوجه باشیم که β در هر زمان با تغییر پذیرنده‌های بالفعل و به تبع آن بالقوه تحت تأثیر قرار گرفته و تغییر می‌کند لذا β یک ضریب ثابت نیست و مضاف بر این‌که β در کنار α ضریب نفوذ را نشان می‌دهد تنها در اشباع و ضریب نفوذ کامل β مقداری ثابت است. تمام عوامل اقتصادی و غیراقتصادی که منجر به تغییر پذیرنده‌های بالفعل و بالقوه می‌شوند در β نیز مؤثر هستند. لذا عوامل اثرگذار بر β می‌تواند بسیار زیاد باشد. در این مطالعه با توجه به محدودیت داده‌ها تعیین‌کننده‌های β را به تبعیت از مطالعات مشابه در زمینه موبایل و فاکس (Gruber, H 2001, Gruber & Verbooven 2001a, 2001b) به‌صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$\beta_t = f(GDP_t, D_1, CPert_t, Ha_t, Mob_t, Cit_t, D_2, D_3) \qquad (۱۵)$$

در رابطهٔ فوق،GDP درآمد سرانه به‌قیمت ثابت، D_1 متغیر مجازی ورود سیستم دیجیتالی به‌بخش مخابرات، CPert شاخص قیمت ارتباطات، Ha هزینه‌های دولت در بخش حمل و نقل و ارتباطات که نقش سرمایه‌گذاری دولت در زیر ساخت‌های مخابراتی را نشان می‌دهد،Mob، تعداد تلفن‌های سیار واگذار شده که می‌تواند مکمل یا جایگزین تلفن ثابت باشد. در برخی ازکشورها مطالعات تجربی رابطهٔ مکمل ودر برخی رابط

جایگزینی را نشان می‌دهد، Cit_t، تعداد نقاط شهری، D_2، متغیرهای مجازی مربوط به سال‌های ۷۱ الی ۷۴ و ۸۱ الی ۸۳ است، زیرا در این سال‌ها تغییرات فنی و تکنولوژیکی در بخش مخابرات و واگذاری تلفن انجام گرفته و D_3، سال ورود اینترنت به ایران (۱۳۷۰) و بعد از آن است.

مقدار β با توجه به اطلاعات موجود و طبق رابطهٔ (۱۳) توسط متغیرهای زیر تعیین می‌شود:

- GDP سرانه به قیمت ثابت ۱۳۷۶ می‌تواند تأثیر مثبت و معنی‌داری در سرعت انتشار و نفوذ تلفن ثابت داشته باشد, زیرا تلفن ثابت در مراحل اولیهٔ معرفی دارای قیمت بالائی است و هر چه قدرت خرید افراد جامعه بیش‌تر شود، تأثیر مثبت و معنی‌داری روی ضریب انتشار و نفوذ خواهد داشت.

- D_1، بر طبق گزارش شرکت مخابرات ایران, در سال ۱۲۳۶ هجری شمسی اولین تلفن ثابت در مدرسه دارالفنون دایر شد, در سال ۱۲۳۸ نیز ارتباط تلفنی بین سلطانیهٔ زنجان و تهران برقرار شد. اولین مرکز تلفن مغناطیسی در سال ۱۳۰۵ در تهران دایر شده و در سال ۱۳۶۸ از سیستم‌های دیجیتالی استفاده شد. این امر سبب شد که ضریب نفوذ از ۴/۰۳ درصد در سال ۱۳۶۹، به ۲۶ درصد در سال ۱۳۸۳ برسد، که با $\alpha+\beta=$ ٪۲۲ تفاوت چندانی ندارد. از این‌رو یکی از متغیرهائی که در ضریب نفوذ انتشار تلفن ثابت مؤثر است، آغاز به کار سیستم دیجیتالی به همراه توسعهٔ مراکز مخابراتی و زیر ساختی در کشور بوده است، که به‌صورت متغیر مجازی وارد مدل شده است.

- $Cpert_t$، به‌عنوان یک متغیر اقتصادی و با این فرض وارد معادلهٔ رگرسیون شده است که اگر با افزایش شاخص قیمت ارتباطات تقاضا برای تلفن و لذا ضریب نفوذ تلفن ثابت کاهش پیدا کند، در این‌صورت طبق نمودار ۳ در سمت راست قسمت حداکثر منحنی تقاضا قرار داریم، در غیراین‌صورت، یعنی اگر رابطهٔ این دو مثبت باشد، در سمت چپ نقطهٔ عطف هستیم.

- H_a، هزینهٔ دولت در بخش ارتباطات به ویژه در زمینهٔ مخابرات است و به نظر می‌رسد تأثیر مثبت و معنی‌داری در ضریب تلفن ثابت داشته باشد.

- Mob، به‌عنوان یک کالای شبکه‌ای جایگزین یا مکمل تلفن ثابت وارد شده، که رابطهٔ مکمل یا جایگزینی به نتیجهٔ تجربی بستگی دارد.

- Cit_t، با توجه به این‌که تلفن ثابت یک وسیلهٔ ارتباطی بین شهرها است، در نتیجه تعداد نقاط شهری می‌تواند تأثیر مثبت و معنی‌داری در ضریب انتشار تلفن ثابت داشته باشد.

- D_2، با توجه به تعریفی که قبلاً از این متغیر مجازی ارائه شد، انتظار برآن است که تأثیر مثبت در ضریب نفوذ داشته باشد.

- D_3، انتظار برآن است که ضریب این متغیر نیز مثبت باشد.

نتایج تخمین معادلهٔ (۱۴) در جدول (۲) در حالات مختلف گزارش شده است. حالت‌ها به این دلیل انتخاب شده‌اند که: ۱) نشان دهند که با افزودن و یا کم کردن متغیر توضیحی چه تأثیری روی ضرایب مدل ایجاد می‌شود. ۲) کدامیک از متغیرها با یکدیگر هم‌خطی دارند. نتایج حاکی از عدم وجود هم‌خطی بین متغیرهای توضیحی و استحکام مدل در توضیح تعیین کننده‌های β است.

در هر یک از حالات، طبق معیار $\overline{R}^2$، حدود ۸۷ درصد تغییرات β توسط متغیرهای توضیحی در مدل تعیین می‌شوند. مدل‌ها نشان می‌دهند که عامل مؤثر در آن بخش از ضریب نفوذ تلفن ثابت که به‌وسیلهٔ β اندازه‌گیری می‌شود، به دیجیتالی شدن بخش مخابرات مرتبط است، که در تمام حالات مقدار آن حدود ۷٪ بوده و از نظر آماری معنادار است و علامت موافق انتظار دارد. تعداد نقاط شهری اثر مثبت و معنی‌داری در تغییرات β دارد و با توجه به آن‌چه که در بالا اشاره شد، افزایش تعداد نقاط شهری از یک‌سو نیاز به ارتباطات را افزایش می‌دهد و از سویی دیگر منجر به ایجاد تأسیسات فنی مخابراتی می‌شود که هر دو تأثیر مثبت در ضریب نفوذ دارند. ضریب متغیر مذکور در تمام حالات تقریباً ۰/۰۰۹ بوده است. درآمد سرانه نیز عامل تأثیرگذار و تعیین کننده در β است ولی نقش آن ضعیف بوده و از نظر آماری نیز معنادار است. افزایش قیمت ارتباطات در دورهٔ زمانی مذکور تأثیر منفی بر ضریب نفوذ دارد و از نظر آماری نیز معنادار است. متغیر مجازی D_2 که قبلاً توضیح داده شد اثر مثبت، معنادار و عمده‌ای روی ضریب β دارد. تأثیر D_3 و Mob روی ضریب نفوذ مثبت بوده، لذا موبایل مکمل تلفن ثابت است. ولی از لحاظ آماری معنادار نیست. تأثیر متغیر H_a مثبت (بسیار کوچک) و از نظر آماری معنادار نیست، به عبارت دیگر، اثر H_a بر آن بخش از ضریب نفوذ که با β اندازه‌گیری می‌شود، مثبت است و اثر آن بر آن بخش از ضریب نفوذ که با α اندازه‌گیری می‌شود، مهم است.

همان‌گونه که قبلاً توضیح داده شد، ضـریب β در ایـران (جـدول ۱) پـایین اسـت و میزان اثر آن‌را می‌توان در تقاضای تلفن ثابت در نمودار ۴ ملاحظه کرد. با افزایش β در طی زمان، منحنی تقاضا با حفظ محل تلاقی خود با محور افقی بـه سـمت بـالا منتقـل می‌شود که نشان‌دهندهٔ اثر β روی تمایل پرداخت و قیمت‌گذاری تلفـن ثابـت در ایـران است.

جدول۲- نتایج تخمین معادلهٔ ۱۴ در حالات مختلف

نام متغیر	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
C	-۰/۲۵ (-۱/۸۹)	-۰/۲۸۵ (-۲/۸۳)	-۰/۲۹۷ (-۲/۲۸)	-۰/۲۸ (-۲/۸۳)	-۲/۶۷ (-۲/۴۰)
D_1	۰/۰۶۸۶ (۳/۰۶)	۰/۰۶۷۹ (۳/۱۵۹)	۰/۰۶۸ (۳/۱۲)	۰/۰۶۷ (۳/۱۵۹)	۰/۰۶۷ (۳/۰۶۶)
Cpert	-۰/۰۰۱ (-۲/۴۹)	-۰/۰۰۱ (-۳/۵۹)	-۰/۰۰۱ (-۳/۲۱)	-۰/۰۰۱ (-۳/۵۶۹)	-۰/۰۰۱ (-۱/۸۴)
D_2	۰/۰۶۵ (۵/۸۸)	۰/۰۶ (۶/۴۱)	۰/۰۶۶ (۶/۱۵)	۰/۰۶۶ (۶/۴۴)	۰/۰۶۹ (۵/۴۱)
Cit	۰/۰۰۸ (۳/۱۱۳)	۰/۰۰۹ (۴/۶۶)	۰/۰۰۹ (۴/۵۱)	۰/۰۰۹ (۴/۶۶)	۰/۰۰۸۶ (۳/۷۸)
GDP	۲/۴۹ e^{-5} (۱/۴۴)	۲/۸۹ e^{-5} (۲/۲۸۶)	۳/۰۱ e^{-4} ۲/۲۶	۲/۸۹ e^{-5} (۲/۲۸۶)	۲/۷e^{-5} (۱/۹۸)
Mob	۱/۰۸ e^{-8} (۰/۵۵)	-	۹/۴۴ e^{-9} (۰/۵)		-
H_a	-	-	-		۵/۰۴ e^{-9} (۰/۴۳)
D_3	۰/۰۱۲ (۰/۴۸)	-	-		-
R^2	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
$\overline{R}^2$	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷
D.W.	۱/۳۹	۱/۴۴	۱/۴۱	۱/۴۴	۱/۴۲
F	۲۴	۳۷	۲۹/۸	۳۷/۳	۲۹/۸

۴- خلاصه و نتیجه‌گیری

مطالعهٔ انتشار و نفوذ نوآوری‌ها در جامعه، مورد علاقهٔ اقتصاددانان قرار گرفته است فرآیند انتشار نوآوری‌ها در جامعه در طی زمانی منحنی S شکل دارد، زیرا پذیرنده‌ها بالقوه محدود هستند و پس از مدت زمانی اشباع کامل حاصل می‌شود. در مراحل اولیهٔ معرفی پدیدهٔ نو در جامعه، به‌دلیل محدودیت عرضه و هم‌چنین تعداد کم پذیرنده‌ها، رشد پذیرنده‌ها فزآینده است و پس از آن دوباره رشد پذیرنده‌ها کند می‌شود، زیرا در آن مرحله بیش‌تر پذیرنده‌های بالقوه آن‌را پذیرفته‌اند.

نفوذ تلفن ثابت نیز فرآیند مذکور را داشته است. یکی از راه‌های مطالعهٔ نفوذ تلفن ثابت، به‌کارگیری مدل اپیدمی است که در آن دو منبع در جذب پذیرنده‌های بالقوه مؤثر هستند: منبع مرکزی و دیگری جذب پذیرنده‌های بالقوه از طریق انتقال شفاهی اطلاعات از پذیرنده‌های بالفعل به بالقوه است. نقش منبع اخیر در بسیاری از مطالعات، چشم‌گیر بوده و در تحقیق حاضر نیز نقش این منبع در نفوذ و انتشار تلفن ثابت قابل ملاحظه به‌دست آمده است. عوامل مهم تعیین کنندهٔ این منبع (β) عبارتند از: درآمد سرانه، دیجیتالی شدن سیستم‌ها، شاخص قیمت ارتباطات، تعداد نقاط شهری. هرچه درآمد سرانه، سرعت دیجیتالی شدن و تعداد نقاط دارای تجهیزات اساسی مخابراتی افزوده شود، ضریب β نیز افزایش می‌یابد. نقش ضریب β در نفوذ تلفن ثابت، اساسی است، زیرا طبق نمودار ۴، اثر بسیار عمده و تعیین کننده‌ای در تعیین قیمت دارد در مقادیر پائین، ضریب نفوذ قیمت‌ها، افزایش و در مقادیر بالای ضریب نفوذ، قیمت‌ها کاهش پیدا می‌کند و دیگر آن‌که β عامل مؤثر در تعیین سطح و زمان اشباع ضریب نفوذ است. افزون بر این، ضریب β اثر خارجی شبکهٔ تلفن ثابت در جامعه را اندازه‌گیری می‌کند، هرچه‌قدر β بزرگ‌تر باشد مطلوبیت استفاده از تلفن ثابت افزایش می‌یابد.

از سیاست‌های پیشنهادی این مقاله می‌توان به این نکته اشاره کرد که با توجه به این‌که ضریب نفوذ تلفن ثابت در ایران پایین است کاهش قیمت خدمات تلفن ثابت می‌تواند اثرات شبکه‌ای را در ایران تقویت کند.

فهرست منابع

1- Frank L (2004) "An Analysis of the effect of the economic situation on modeling and forecasting the diffusion wireless communication in

Finland" Technological Forecasting and social change vol. 61, pp.603-625.

2- Geroski, P.A (2000) "Model of technology diffusion "Research policy 29 pp. 603-625.

3- Geruber, H (2001) "Competition and Innovation: the diffusion of mobile telecommunication in central and East Europe" Information Economic and policy 13, pp. 19-34.

4- Griliches2 Z (1957)" Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of technological change" Econometrica No 48 pp 501-522.

5- Gruber, H & Verboven F (2001 a) "The diffusion of mobile telecommunication services in European Union" European Economic Review us pp. 577-588.

6- Gruber, H & verboven F (2001 b) "The evolution of market under entry and Standards" Industrial organization 19, pp. 1189-1212.

7- Karshenas M & Stoneman P(1993) "Rank, Stock, order, and epidemic effects in the diffusion of new process technologic: An empirical Model" the Rand Journal of Economics 24, pp.503-527.

8- Kelly, T(1995) "Mobile and PSTN Communication Services: Completion or Complementarily?" OECD Committee for Information, Computer and Communication 1-56.

9- Koski H (1998) "Analysis of the Adoption of technologies with Network Externality" University Oulu; Working Papers.

10- Mahajan V & A Peterson (1985) "Models for Innovation diffusion" w.p 07-048.

11- Mansfield E (1989) "Industrial Robots in Japan and U.S" Research policy 18 pp 183-192.

12- Rogiers E (1995) Diffusion of Innovations "Fourth ed, the Free press, New York.

13- Scitovski R & Meler M (2002) "Solving parameter estimation problem in new product diffusion models" Applied Machination and Computation 127, 45-63.

14- Shy-oz (2001) "The Economics of Network Industries" Cambridge University Press U.K.

15- Show- Ling Jany & Shau- chi Dai & Simona Sumy (2005) "The pattern and Externality effect of diffusion of Mobil" Information Economic and policy, 19, 133-147.

پیوست ۱

$$dy_{(t)} = \left[\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}\right]\left[N - y_{(t)}\right]dt \qquad (۱)$$

$$\int \frac{dy_{(t)}}{\left[\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}\right]\left[N - y_{(t)}\right]} = \int dt \Rightarrow \int \left(\frac{A_{\circ}}{\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}} + \frac{A_{۱}}{N - y_{(t)}} \right) dy_{(t)} = \int dt \quad (۲)$$

$$\frac{A_{\circ}}{\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}} + \frac{A_{۱}}{N - y_{(t)}} = \frac{A_{\circ} N - A_{\circ} y_{(t)} + \alpha A_{۱} + \beta \frac{y_{(t)}}{N} A_{۱}}{\left(\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}\right)\left(N - y_{(t)}\right)} =$$

$$\frac{\left(A_{\circ} N + \alpha A_{۱}\right) + \left(\frac{\beta}{N} A_{۱} - A_{\circ}\right) y_{(t)}}{\left(\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}\right)\left(N - y_{(t)}\right)}$$

$$\Rightarrow \quad \begin{cases} A_{\circ} N + \alpha A_{۱} = ۱ \\ \frac{A_{۱} \beta}{N} - A_{\circ} = A_{\circ} \end{cases} \quad \begin{cases} A_{\circ} = \left(\frac{۱}{\alpha + \beta}\right)\left(\frac{\beta}{N}\right) \\ A_{\circ} = \left(\frac{۱}{\alpha + \beta}\right) \end{cases}$$

$$\int \frac{A_{\circ}}{\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}} dy_{(t)} = \left(\frac{۱}{\alpha + \beta}\right)\left(\frac{\beta}{N}\right) \int \frac{dy_{(t)}}{\left(\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}\right)} =$$

$$\left(\frac{۱}{\alpha + \beta}\right) Ln\left(\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}\right) + C_{\circ}$$

$$\int \frac{A_{۱}}{N - y_{(t)}} dy_{(t)} = \frac{۱}{\alpha + \beta} \int \frac{-dy_{(t)}}{N - y_{(t)}} = \left(\frac{۱}{\alpha + \beta}\right) Ln\left(N - y_{(t)}\right) + C_{۱}$$

$$\int dt = t + c_{۲}$$

پس حاصل رابطهٔ (۲) به‌صورت زیر خواهد بود.

$$\frac{dy}{\left(\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}\right)\left(N - y_{(t)}\right)} = \int dt \Rightarrow \frac{۱}{\alpha + \beta} Ln\left(\alpha + \beta \frac{y_{(t)}}{N}\right) -$$

$$\frac{1}{\alpha+\beta}\mathrm{Ln}\left(N-y_{(t)}\right)=t+(c_1-c_0-c_1)$$

$$\Rightarrow \mathrm{Ln}\frac{\left(\alpha+\beta\ \frac{y_{(t)}}{N}\right)}{\left(N-y_{(t)}\right)}=\left(\alpha+\beta\right)t\ +c \qquad (3)$$

که در آن:

$$C=(\alpha+\beta)(c_1-c_0-c_1)$$

رابطهٔ (۳) را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$\Rightarrow \frac{\alpha+\beta\ \frac{y_{(t)}}{N}}{N-y_{(t)}}=e^{(\alpha+\beta)t+c} \qquad (4)$$

$$\Rightarrow\ \alpha+\beta\ \frac{y_{(t)}}{N}=Ne^{(\alpha+\beta)t-c}\ y_{(t)}\ e^{(\alpha+\beta)t+c}$$

$$\Rightarrow\left(\ \frac{\beta}{N}+e^{(\alpha+\beta)t+c}\right)y_{(t)}=N-e^{(\alpha+\beta)t+c}$$

$$\Rightarrow\ y_{(t)}=\frac{N\left[1-eN\right]}{\left[1+\psi\,e^{-\beta(\alpha+\beta N)t}\right]}\ ,\ \psi=\frac{N-y(0)}{y(0)}$$

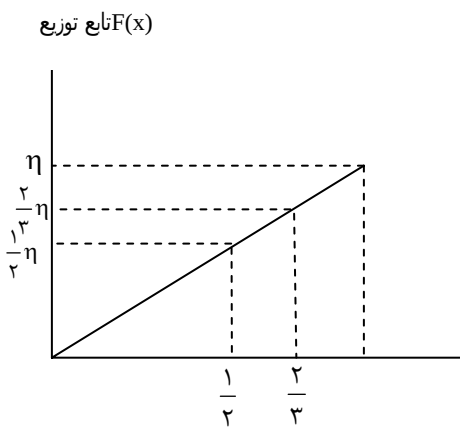
پیوست ۲

تقاضای کل تلفن ثابت

مطلوبیت هر استفاده کننده از خدمات تلفن ثابت با افزایش تعداد استفاده کننده‌ها از آن خدمات افزایش پیدا می‌کند، این‌را اثرات شبکه می‌گویند. استفاده کنندگان بالقوه از تلفن ثابت را به‌صورت پیوسته در نظر گرفته و کل آن‌ها را η در نظر می‌گیریم. می‌توان هر یک از افراد η را برحسب تمایل پرداخت[1] آن‌ها به تلفن ثابت از بالا به پایین رتبه‌بندی کرده و با $x\in[0,1]$ نشان داد، به‌طوری که xهای پایین‌تر آن‌هایی هستند که تمایل پرداخت بالایی دارند، یعنی تلفن برای آن‌ها ضروری است. (x)های بالا آن‌هایی هستند که تمایل پرداخت پایین دارند. لذا x توزیع یکنواخت $x\in[0,1]$ دارد. تابع توزیع x به‌صورت ذیل خواهد بود:

---

1 - Willingness to pay.



نمودار ۱- تابع توزیع یکنواخت

با استفاده از خاصیت تابع توزیع می‌توان نوشت:

$$p(x<\frac{۱}{۲}) = F(\frac{۱}{۲}) = \frac{۱}{۲}\eta$$

$$p(x<\frac{۲}{۳}) = F(\frac{۲}{۳}) = \frac{۲}{۳}\eta$$

$$p(x<a) = F(a) = a\,\eta$$

$$\frac{dF(x)}{dx} = \eta \qquad (۱)$$

مثلاً در نمودار مذکور، $\frac{۱}{۲}\eta$ مشتریان بالقوه (نصف جمعیت)، مشتریان نوع $\left[۰,\frac{۱}{۲}\right]$ هستند.

فرض کنیم q نفر (نرمالیزه شده به یک) $۰\le q\le ۱$ از این تلفن استفاده می‌کنند و قیمت p را پرداخت می‌کنند، تابع مطلوبیت مصرف‌کننده نوع x را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$U_x = \begin{cases} (۱-x)q^e - p & \text{اگر فرد از تلفن ثابت استفاده کند} \\ ۰ & \text{اگر فرد از تلفن ثابت استفاده نمی‌کند} \end{cases} \qquad (۲)$$

$x - ۱$، می‌تواند نشانگر درجهٔ اهمیت تلفن به فرد نوع x نیز تلقی شود. یعنی شخصی که تمایل پرداخت پایین دارد، مطلوبیت او کم‌تر از شخصی است که تمایل پرداخت بالا دارد، زیرا اولی با x بالا و دومی با x پایین نام‌گذاری شده است. q^e، نشان‌دهندهٔ تعداد افرادی است که فرد نوع x (فرد x) انتظار دارد از تلفن ثابت استفاده

کنند، لذا تابع مطلوبیت مذکور اثر شبکه را نشان می‌دهد، یعنی با افزایش q^e، مطلوبیت فرد افزایش پیدا می‌کند.

می‌توان با استفاده از تابع مطلوبیت نشان داده شده تقاضای کل معکوس را برای تلفن ثابت استخراج کرد. استفاده کنندهٔ معینی را در نظر گرفته و او را با $\hat{x}$ نشان می‌دهیم فرض کنید قیمت برابر p باشد (نرمالیزه شد). فرد مذکور موقعی بین استفاده و عدم استفاده از تلفن ثابت بی‌تفاوت است، که طبق رابطهٔ (۲) داشته باشیم:

$$\circ = (1-\hat{x})q^e - P \qquad (۳)$$

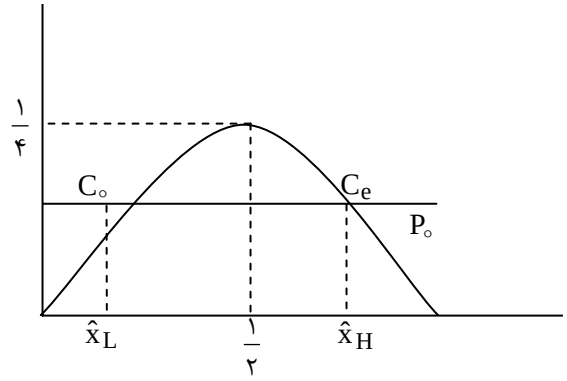
$$\Rightarrow \hat{x} = \frac{q^e - P}{q^e} = 1 - \frac{P}{q^e} \qquad (۴)$$

یعنی استفاده کننده $\hat{x}$، در قیمت p و با تعداد دارندهٔ q^e، بین استفاده و عدم استفاده از تلفن ثابت بی‌تفاوت است، لذا تمامی افراد نوع $\hat{x} < x$ در این قیمت تقاضای صفر خواهند داشت، زیرا تمایل پرداخت آن‌ها کم‌تر از افراد نوع $\hat{x}$ است و همهٔ افراد نوع $\hat{x} < x$ در این قیمت تقاضا خواهند داشت، زیرا تمایل پرداخت آن‌ها بیش‌تر از افراد $\hat{x}$ است پس مشتریان واقعی برابر $P(\hat{x} < x) = \eta\hat{x} = q$ خواهند بود، یعنی در قیمت p، تمام افراد تا $\hat{x}$ که در بین η هستند، تعدادشان q خواهد بود. پس با افزایش q^e ، $\hat{x}$ افزایش پیدا می‌کند.

q^e، چگونه تعیین می‌شود؟ با فرض این‌که استفاده‌کنندگان اطلاعات کامل دارند، یعنی در هر لحظه از زمان تعداد واقعی دارندگان را دقیقاً پیش‌بینی کنند، در این‌صورت $q^e = q = \eta\hat{x}$ خواهد بود، اگر این مقدار را در (۳) قرار دهیم خواهیم داشت:

$$(1-\hat{x})\eta\hat{x} = p \qquad (۵)$$

رابطهٔ (۵) تقاضای کل معکوس تلفن ثابت را نشان می‌دهد و نمودار آن به شکل زیر است. در سطوح پایین تقاضا، رابطهٔ تقاضا با قیمت، رابطه‌ای صعودی است و در سطوح بالای تقاضا، رابطهٔ مقدار تقاضا با قیمت معکوس است. در سطوح پایین تقاضا هر چه‌قدر x زیاد شود، یعنی تعداد افرادی‌که به شبکه می‌پیوندند زیاد شود، تمایل پرداخت افراد بالا می‌رود، زیرا مطلوبیت آن افراد زیاد می‌شود در این سطوح، قیمت بالا گرفته می‌شود، یعنی اثرات شبکه (که تمایل پرداخت افراد را بالا می‌برد)، بر اثر منفی قیمت می‌چربد و از $\frac{1}{2}$ جمعیت به بعد شبکه به اندازهٔ کافی گسترش یافته و اثر منفی قیمت به اثر مثبت شبکه می‌چربد.



نمودار – ۲پ- تقاضای کل معکوس تلفن ثابت

طبق رابطهٔ ۵، اثر η روی تقاضای کل انتقال نمودار مذکور به سمت بالا خواهد بود و مفهوم آن این است که تمایل پرداخت افراد افزایش پیدا می‌کند، زیرا شبکه گسترده می‌شود.

فرض می‌کنیم قیمت برابر P_0 باشد، در این صورت رابطهٔ ۵ به‌صورت زیر خواهد شد:

$$P_0 = (1-\hat{x})\,\eta\,\hat{x} \qquad (۶)$$

همان‌طورکه در نمودار مذکور نشان داده شده است تابع تقاضا را در $\hat{x}_L$ و $\hat{x}_H$ قطع می‌کند که با حل رابطهٔ x برای $\hat{x}$ مقدار $\hat{x}_L$ و $\hat{x}_H$ به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$\hat{x}_L = \frac{\eta - \sqrt{\eta\,(\eta - 4P_0)}}{2\eta} \qquad (۷)$$

$$\hat{x}_H = \frac{\eta + \sqrt{\eta\,(\eta - 4P_0)}}{2\eta} \qquad (۸)$$

یعنی در قیمت P_0، در سطوح پایین تقاضا تعداد افرادی‌که تقاضا می‌کنند برابر با $q = \eta\,\hat{x}_L$ است، زیرا طبق نمودار ۱ پ داریم:

$$P(x < \hat{x}_L) = \eta\,\hat{x}_L \qquad (۹)$$

در سطوح بالای تقاضا، تعداد افرادی‌که تقاضا می‌کنند برابر $q = \eta\,\hat{x}_H$ است، زیرا طبق نمودار ۱ پ داریم.

$$P(x < \hat{x}_H) = \eta\,\hat{x}_H \qquad (۱۰)$$

در دو نقطهٔ مذکور، C_c و C_0 هر دو تعادل هستند ولی تنها C_c تعادل پایدار است.