فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، شماره ۱۰ و ۱۱، پاییز و زمستان ۱۳۸۶، صفحات ۱۸۵– ۲۱۴

اقتصاد شبکه‌ای: مدل‌های قیمت‌گذاری محصولات شبکه‌ای

دکتر اسفندیار جهانگرد*

استادیار دانشکدهٔ اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۶/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۲/۷

چکیده

شبکه‌ها و ساختارهای شبکه‌ای نقش مهمی در زندگی مدرن امروزی دارند. اقتصاد مدرن امروزی بدون ارتباطات و مخابرات، اطلاعات و اینترنت شبکه‌های حمل و نقل بسیار ضعیف و تقلیل یافته است. به‌طور صریح، شبکه‌ها ترکیبی از پیوندها هستند که در نقاط اتصال یا گره‌ها به هم متصل می‌شوند. با این ویژگی، یک ساختار شبکه‌ای نیازمند تعدادی مؤلفه برای عرضهٔ خدمات شبکه‌ای است که مؤلفه‌های شبکه‌ای مکمل یکدیگرند. در این مقاله با تعریف و تحلیل انواع شبکه، ویژگی‌های پیامد خارجی شبکه‌ها و منابع آن پرداخته می‌شود. در بحث اصلی مقاله یعنی قیمت‌گذاری در شبکه‌ها ابتدا انواع روش‌های نظری قیمت‌گذاری همانند قیمت‌گذاری بر مبنای هزینهٔ نهایی، قیمت‌گذاری در حداکثر بار، قیمت‌گذاری با تعرفه‌های دو قسمتی، قیمت‌گذاری رمزی و قیمت‌گذاری با تضمین پرداخته خواهد شد. با توجه به موضوع مهم هزینهٔ مشترک در ساختارهای شبکه‌ای انواع روش‌های تجربی، تعیین قیمت همانند روش هزینه‌های کاملاً توزیع شده (FDC)، روش هزینه بر مبنای فعالیت، روش LRIC+، و روش مؤلفه کارامد (ECPR) و در نهایت تجربهٔ ایران در قیمت‌گذاری تلفن همراه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: اقتصاد شبکه‌ای؛ قیمت‌گذاری؛ روش‌های قیمت‌گذاری نظری و تجربی

طبقه‌بندی JEL: L14; L86; D85

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. مقدمه

بازارهای متعددی در مورد کالاها و خدمات شبکه‌ای وجود دارد که خصوصیات و ویژگی‌های آنها منجر می‌شود تا تولیدات شبکه‌ای نامیده شود. این بازارها شامل، تلفن، پست الکترونیکی اینترنتی، سخت‌افزار رایانه، نرم‌افزار رایانه، دستگاه‌های موزیک، موزیک، دستگاه‌های پخش ویدیو، فیلم‌های ویدئویی، خدمات بانکی، خدمات هواپیمایی و نظایر آنها هستند. برخی

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: jahangard@atu.ac.ir

ویژگی‌های این کالاها و بازارها باعث می‌شود که از سایر کالاها مانند سیب، غلات و سایر کالاها متمایز شوند که می‌توان به ویژگی‌هایی همچون مکمل بودن، سازگاری و استانداردها، پیامدهای خارجی، هزینه سوئیچ و قفل فناوری، اهمیت مقیاس اقتصادی تولید اشاره نمود. در بازار کالاها و خدمات شبکه‌ای، رایانه بدون مانیتور سودمند نیست یا رایانه بدون نرم‌افزارهای آن کاربرد چندانی ندارد. دستگاه CD Players بدون CD، همانند دوربین بدون فیلم کاربرد ندارد. قدرت دستگاه‌های پخش صدا بدون بلندگو یا هدفن، استفاده کمتری دارند. بنگاه‌های هواپیمایی نمی‌توانند بلیط‌های خود را بدون ارائه سیستم خدمات‌دهی ویژه به فروش برسانند. همه این مثال‌ها بازگو می‌کنند که این کالاها بدون وجود دیگری استفاده شدنی نیستند و باید بازار آنها را با یکدیگر (مثلاً نرم‌افزار و سخت‌افزار) مورد تحلیل قرار داد. در ادبیات اقتصادی به این نوع کالاها و خدمات، کالاها و خدمات مکمل می‌گویند. همچنین چندین نوع هزینهٔ انتقال در این کالاها و خدمات وجود دارد که بر درجهٔ قفل فناوری آنها مؤثر هستند. در این‌باره شپیرو و وریان[1] (۱۹۹۹) به تفصیل به جزئیات این موضوع پرداخته‌اند.

مطلوبیت به‌دست آمده از کالاهای ICT به‌دلیل استفادهٔ افراد دیگر جامعه از آنها به‌صورت مشابه یا مکمل حاصل می‌شود. این نوع از پیامدها در بازارهایی مثل گوجه فرنگی و نمک مشهود نیستند. این پیامدها برخی اوقات به پیامدهای شبکه‌ای یا تطبیق نام برده می‌شوند. افزایش پیامد خارجی بستگی به اندازهٔ شبکه دارد که این موضوع نیز تا اندازه‌ای به تطبیق فناوری برمی‌گردد. با توجه به ویژگی‌های خاص برشمرده در بازار کالاها و خدمات شبکه‌ای یکی از مسائل مهم قیمت‌گذاری محصولات اقتصادی شبکه‌هاست.

ادامهٔ مقاله بدین شرح است. بخش دوم طبقه‌بندی شبکه‌ها را بررسی می‌کند. در بخش سوم پیامدهای خارجی شبکه تحلیل می‌شود. بخش چهارم به قیمت‌گذاری در اقتصاد شبکه‌ای اختصاص دارد. بخش پنجم قیمت‌گذاری در عمل را تحلیل می‌کند. در بخش ششم تجربهٔ ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد. بخش هفتم خلاصه و نتیجه‌گیری را ارائه می‌دهد.

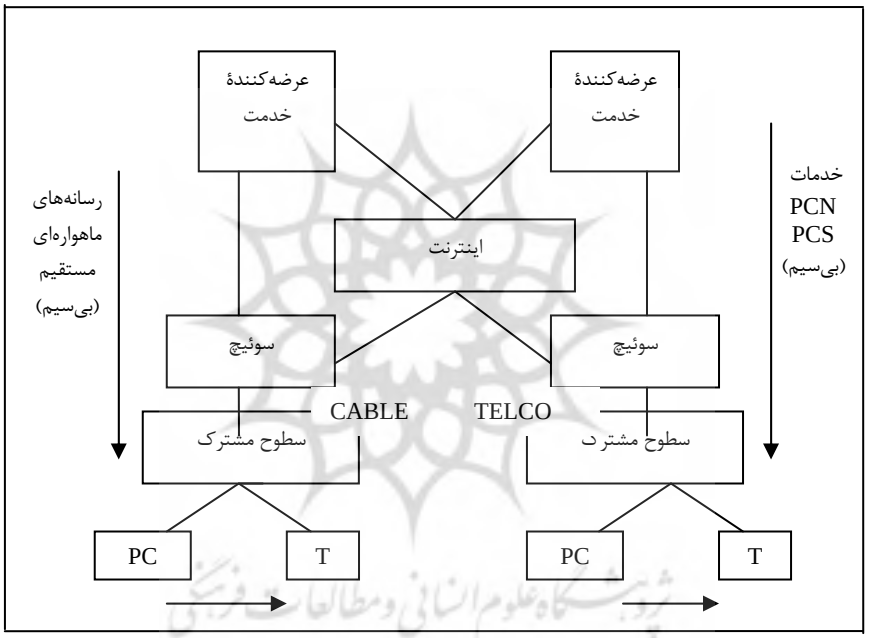
۲. طبقه‌بندی شبکه‌ها

همان‌طور که گفته شد، شبکه‌ها ترکیبی از پیوندها هستند که در نقاط اتصال یا محورها به‌هم متصل می‌شوند. با این ویژگی، یک ساختار شبکه‌ای نیازمند تعدادی مؤلفه شبکه‌ای برای تهیه و تدارک خدمات شبکه‌ای است. مؤلفه‌های شبکه‌ای مکمل هم هستند. نمودار ۱، یک شاهراه شبکه‌ای اطلاعات را نشان می‌دهد. به‌طور واضح خدمات توسط مشتریان که ترکیبی از مؤلفه‌های مکمل هستند، مورد تقاضا قرار می‌گیرند. برای مثال جست‌وجوی سفارش‌ها در یک

[1] Shapiro and Varian

شبکه در چارچوب تصویر مذکور، به‌طور مداوم نیازمند یکسری مؤلفه‌هاست که عبارتند از: یک موتور پایگاه داده برای ارائه خدمات، انتقال علایم، رمزگشایی بین پردازنده و ترمینال، نمایش بر صفحه تلویزیون و یا مانیتور رایانه و ... . به‌طور روشن برای هر یک از اجزاء نیز جانشین‌های نزدیک وجود دارد. برای مثال انتقال می‌تواند از طریق یک کابل تلویزیون، یک خط تلفن ثابت یا یک ماهواره بی‌سیم یا شبکهٔ رایانه شخصی انجام شود. بنابراین شاهراه اطلاعاتی[1] جانشین‌های ساخته شده از مکمل‌ها را ارائه خواهد داد. این ساختار نوعی از شبکه‌های آینده را نشان می‌دهد.[2]

نمودار ۱. شاهراه اطلاعات



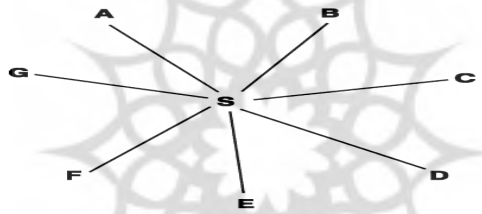
- PC نماد رایانه شخصی و T نماد تلویزیون است.

شکل ۱ موضوع مذکور را به‌صورت یک شبکه تلفن نشان می‌دهد. یک تلفن از A به B ترکیبی از AS (دسترس به سوئیچ مشترک A) و BS (دسترس به سوییچ مشترک B) و خدمات انتقال در S است. به‌رغم اینکه کالاهای AS و BS خیلی شبیه به‌هم هستند و طبقه‌بندی صنعتی یکسان دارند، آنها مکمل[3] هم بوده و جانشین نیستند.[1] در بیشتر سطوح اساسی یک

[1] Information Superhighway
[2] Economids (1996)
[3] Complements

شبکه خدماتی، انتقال داده بین نقاط شبکه را فراهم می‌کند. خدمات انتقالی ممکن است انتقال داده بین دو نقطه باشد که در مواردی تنها یک تک پخش‌کننده[۲] خدمات وجود دارد. یا ممکن است داده از یک نقطه به چند نقطه را حمل کنند که آن را چندین پخش‌کننده[۳] خدمت می‌نامند. نقاطی که بین آنها داده اتصال می‌یابد، می‌تواند داخل یا پیرامون شبکه باشد. وقتی یک سرور وب با یک مصرف‌کننده در تماس است هر دو نقطه در پیرامون شبکه هستند. وقتی یک خدمت از دستگاه ترمینال به مصرف‌کننده‌ها با شبکه‌ای از خدمات مختلف در دسترس باشد نقاط مصرف‌کننده در پیرامون و نقاط اتصال به شبکه خدمات عرضه‌کننده نقاط داخلی تلقی می‌شوند. وقتی یک شبکه با دو شبکه دیگر متصل می‌شود هر دو در داخل شبکه هستند. بنابراین، اپراتور شبکه می‌تواند خدمات انتقال را بین خود و همگروه‌ها برای فراهم نمودن انتقال خدمات به نقطه‌های انتهایی در شبکه‌های مختلف خرید و فروش کند. همه این موارد در اینترنت وجود دارد.[۴]

شکل ۱. یک شبکهٔ ساده ستاره‌ای



وقتی خدمات شبکه‌ها قابل تمیز و تفکیک باشند مانند جاده، راه آهن و برخی شبکه‌های مخابراتی یعنی خدمات BA از BA قابل تمیز باشد، اکونومیدز و وایت[۵] (۱۹۹۴) آن را شبکه دو طرفه[۶] نام نهادند.

اما وقتی AB از BA قابل تمیز نباشد و به‌عبارتی یکسان باشند به آن شبکه یک‌طرفه[۷] می‌گویند. در این نوع شبکه‌ها دو نوع مؤلفه وجود دارد. کالاهای ترکیبی فقط با ترکیب یک مؤلفه از هر نوع به‌دست می‌آید و مشتری‌ها اغلب با مؤلفه‌ها، شناخته نمی‌شوند اما تقاضا از نوع کالاهای ترکیبی است. برای مثال پخش برنامه‌های رادیویی از نوع شبکه‌های یک‌طرفه است.

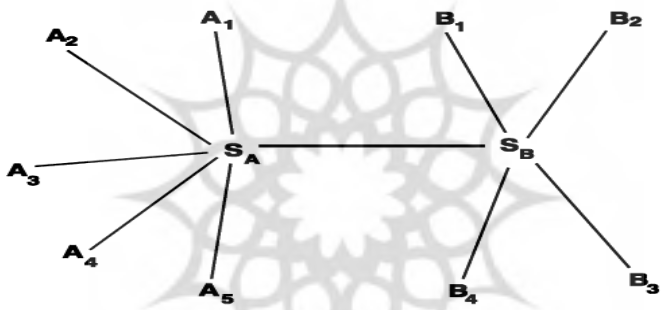
---

[1] Economides (1996)
[2] Unicast
[3] Multicast
[4] Courcoubetis et al. (2003)
[5] Economides and White
[6] Two-Way
[7] One-Way

طبقه‌بندی نوع شبکه‌ها (یک‌طرفه یا دو طرفه) تابعی از ساختار نوع‌شناسی[1] شبکه نیست. بلکه به ساختار عرضهٔ یک خدمت ویژه بستگی دارد. برای مثال شکل ۲ ساختار شبکه‌ای دو طرفه از شبکه تلفن را نشان می‌دهد که SA یک سوئیچ محلی در شهر A است و A_i مشتری آن در شهر A را نشان می‌دهد (به‌طور مشابه برای SB و B_j). در این شبکه، دو تلفن محلی $A_iS_AA_k$ و $B_jS_BB_l$ وجود دارد و به همین منوال $A_iS_AS_BB_j$ تلفن راه دور نامیده می‌شود.

همچنین می‌توان شبکه نمایش شده در شکل ۲ را به‌عنوان شبکه‌های ATM نیز معرفی نمود. بنابراین یک تراکنش از بانک B_j از ATM A_i برابر $A_iS_AS_BB_j$ است.

شکل ۲. یک شبکهٔ سادهٔ محلی و راه دور



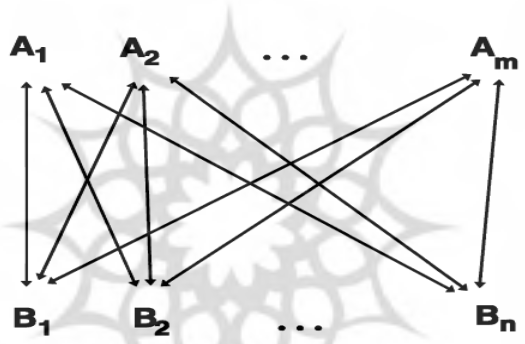
در این‌باره اتصال $A_iS_AA_k$ و $B_jS_BB_l$ نیز امکان‌پذیر است ولی تقاضای برای آن موجود نیست. در این زمینه دیدگاهی از این قرار وجود دارد که ارتباط محکمی به شکل مکمل بین اجزای شبکه‌ها فراهم است. این ارتباط معین اقتصادی معمولاً بین طبقه‌های مختلف کالاها در فعالیت‌های غیرشبکه‌ای نیز مشاهده می‌شود. در این‌باره، اکونومیدز و وایت (۱۹۹۴) خاطر نشان کردند که یک جفت از فعالیت‌ها با ارتباط عمودی صریحاً معادل با شبکه یک طرفه است.

شکل ۳ دو بخش با کالاهای مکمل A و B را نشان می‌دهد که تقاضای مشتری آن معادل A_iB_j است. این شکل‌بندی برای شبکه راه دور و ATM شکل قبلی نیز قابل ارائه است. به‌طور کلی ارتباطات در یک شبکه به‌طور بالقوه مکمل هستند و این ویژگی و خصوصیت سازگاری[2] به شکل عملی، مکمل را ایجاد می‌کند. لذا در شبکه‌ها به‌دلیل خواص ذاتی برخی کالاهای شبکه‌ای

[1] Typology
[2] Compatibility

و کالاهای با ارتباط عمودی به سرعت با هم ترکیب می‌شوند. به‌هر حال برای تولیدات پیچیده، مکمل واقعی فقط از طریق تبعیت از استانداردهای سازگاری فنی ویژه در دسترس است. بنابراین، تعدادی از عرضه‌کننده‌های شبکه یا کالاهای با ارتباط عمودی، انتخاب متعدد برای تولید جزئی یا کاملاً ناسازگار با مؤلفه‌های تولید شده توسط بنگاه‌های دیگر را دارند. این می‌تواند از طریق ایجاد یک طراحی یا رد و خارج نمودن اتصال داخلی با برخی بنگاه‌ها انجام شود. به‌طور سنتی، شبکه‌ها تحت این فرض که هر کدام تحت تملک یک بنگاه است تحلیل می‌شوند. بنابراین، تحقیقات اقتصادی بر استفاده کارا از ساختار شبکه که بر تخصیص مناسب منابع است متمرکز می‌شود. در این‌باره ویژگی خاص شبکه‌ها نمود پیامد خارجی شبکه است که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد.

شکل ۳. یک بازارعمودی زوجی



۳. پیامدهای خارجی شبکه[1]

پیامدهای مثبت تولید و مصرف در قالب شبکه بروز می‌کند. پیامد مثبت خارجی مصرفی شبکه به این صورت بروز می‌کند که ارزش یک واحد کالا با افزایش تعداد واحدهای فروخته شده افزایش می‌یابد. اقتصاددانان براساس قانون تقاضا، به تقاضای نزولی کالاها و خدمات اعتقاد دارند. اخیراً مطرح شده که ارزش یک واحد از کالا با انتظار افزایش تعداد واحدهای قابل فروش افزایش می‌یابد. بنابراین تابع تقاضا ابتدا دارای شیب صعودی و با تمایل به پرداخت کمتر نزولی می‌شود و به افزایش تعداد واحدهای فروش انتظاری[2] منجر می‌شود.[3] افزایش پیامد خارجی بستگی به اندازهٔ شبکه نیز دارد که این موضوع نیز تا اندازه‌ای به تطبیق فناوری برمی‌گردد.[4]

---

[1] Network Externalities
[2] Expected
[3] Economides (1996)
[4] Economides and Himmelberg (1995)

۳-۱. منابع پیامدهای خارجی شبکه

دلیل اصلی وجود پیامدهای خارجی شبکه وجود پدیدهٔ مکملی یاد شده بین اجزای شبکه است. وابستگی به شبکه دارای پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم است. وقتی مصرف‌کننده با اجـزاء یـا مؤلفه‌ها شناخته شد، دارای پیامد خارجی مستقیم است. برای مثال به یک نوع شبکه دو طرفه مثل شبکهٔ تلفن محلی در شکل ۱ توجه شود. در این شبکه n مؤلفـه و n(n-1) محـصول بـالقوه وجود دارد. علاوه بر آن n+1n امین مصرف‌کننده پیامد خارجی مستقیم برای دیگر مشتریان بـا اضافه کردن 2n محصول بالقوه جدید از طریق ایجاد یک پیوند مکمل (که ES گفته می‌شود) به پیوندهای موجود فراهم می‌کنند. در شبکه‌های یک‌طرفه پیامدهای خـارجی فقـط غیرمـستقیم هستند. وقتی m مؤلفه مختلف A و n مؤلفه مختلف B همانند شکل ۳ وجود داشته باشد (همـه کالاهای نوع A بـا نـوع B سـازگار هـستند) بنـابراین mn کـالای ترکیبـی بـالقوه وجـود دارد. اضافه شدن مشتری به مفهوم پیامد خارجی غیرمستقیم به دیگر مشتری‌هاست، که بـا افـزایش تقاضا برای A و B و به موجب آن (به‌دلیل وجود مقیاس اقتصادی) به‌طور بالقوه تعداد مؤلفه‌های مختلف که در بازار در دسترس هستند، افزایش می‌یابد.[1]

شبکهٔ مبادلات مالی مبین پیامدهای خارجی غیرمستقیم است که به دو روش پیامدهای آن افزایش می‌یابد. اول، از طریق افزایش مبادلات، دارایی‌ها و کالاها افزایش می‌یابـد. دوم، پیامـدها از طریق منظم کردن ارتباط عمودی خدمات که مبادلات مالی را فراهم می‌کند افزایش می‌یابد. اینها شامل خدمات کـارگزاران اوراق بهـادار، پیـشنهاد دهنـدگان و جـرح و تطبیـق دهنـدگان پیشنهاد و ... هستند. روش اول در بازارهای مالی مهم‌تر است. مبادلهٔ دو کالای مکمل با یکدیگر و تمایل به فروش در قیمت p و تمایل به خرید در قیمت p موجب خلق یـک کـالای ترکیبـی می‌شود. بازارهای مالی هم چنین شاهد پیامد خارجی" اندازهٔ مثبت" به مفهوم اینکه با افـزایش اندازه[2] یا انبوهی[3] مبادله، مطلوبیت انتظاری همه شرکت‌کننـدگان بـازار افـزایش مـی‌یابـد نیـز هستند. با افزایش مشارکت‌کنندگان تجاری در دو طرف بـازار، واریـانس قیمـت انتظـاری بـازار کاهش می‌یابد و مطلوبیت انتظاری تجار ریسک گریز را افزایش مـی‌دهنـد. سـایر مـوارد، ماننـد نقدینگی بالاتر نیز مطلوبیت تجار را افزایش می‌دهد. در بررسی اقتصادی شبکه‌هـا دو روش و دو مسیر در مورد تحلیل ادبیات پیامد خارجی شبکه‌ای در اقتصاد وجـود دارد. در روش اول فـرض می‌شود که پیامد خارجی شبکه‌ای وجود دارد و تلاش برای مدل سازی دستاورد آن می‌شود. به این روش، روش کلان[4] اطلاق می‌شود. تصور و درک این روش آسان است و نتیجه قویی نیـز از

---

[1] Economides (1996)
[2] Size
[3] Thickness
[4] Macro Approach

آن استنتاج می‌شود. این روش، روش برتر در دهۀ ۸۰ میلادی در ادبیات اقتصادی بوده است. دومین روش تلاش برای پیدا کردن دلایل ریشه‌ای پیامدهای خارجی است که به روش خرد[۱] مشهور است. در سازمان‌های صنعتی این روش با مدل‌های آمیخته و جور بودن باهم[۲] شروع می‌شود و با تحلیل‌های ساختاری مختلف در خصوص ارتباطات عمودی بازارها مرتبط می‌شود. در بازارهای مالی، روش خرد با تحلیل مدل‌های پراکندگی[۳] قیمت شروع می‌شود. روش خرد سخت‌تر از روش کلان است و در برخی موارد اجباری است چرا که مجبور به تکیه بر ساختارهای خرد هستیم. این روش منافع معنادار زیادی در تعریف ساختار بازار دارد.[۴]

۴. قیمت‌گذاری در اقتصاد شبکه‌ای

قبل از بررسی انواع روش‌های قیمت‌گذاری، ابتدا چند مفهوم در این مقاله بررسی می‌شود تا امکان ارتباط با خواننده راحت‌تر باشد. در اینجا مفهوم شارژ[۵] مبلغ ثبت شده برای یک خدمت است و قیمت[۶] مقدار پول مربوط به یک واحد خدمت است. قیمت برای محاسبه شارژ استفاده می‌شود. تعرفه به ساختار عمومی قیمت و شارژ منتسب می‌شود. یک مثال از تعرفه عبارت است از a+Pt که a قیمت کارگذاری، p قیمت هر ثانیه مورد استفاده و t مدت اتصال در ثانیه است. تعرفه بخشی از قرارداد بین دو طرف است که روش شارژ را معین نموده و برای محاسبه خدمات به‌کار خواهد رفت. این ساختار بر رفتار طرفین تأثیر می‌گذارد.

۴-۱. قیمت‌گذاری مبنی بر هزینۀ نهایی(MC)[۷]

به نظر می‌رسد که قیمت‌گذاری مبنی بر هزینۀ نهایی (MC) باعث حداکثر کارایی در شبکه و اقتصاد می‌شود. اما به‌رغم درک راحت آن، دارای برخی مشکلات نیز هست. اول اینکه، محاسبۀ آن دشوار است. دوم اینکه، مقدار آن نزدیک صفر تا بی‌نهایت قابل تغییر است. این برای شبکه‌های مخابراتی که هزینه‌های ثابت بالا دارند و به نوعی باید برگشت داده شوند موضوعی بسیار مهم است. در این‌باره فکر کنید که شبکه تلفنی برای C تلفن زدن ایجاد شده باشد. هزینۀ اصلی ایجاد چنین شبکه‌ای هزینه‌های ثابت[۸] هستند (همانند نگه‌داری تأسیسات، باز

---

[1] Micro Approach
[2] Mix-and-Match
[3] Dispersion
[4] Economides (1996)
[5] Charg
[6] Price
[7] Marginal Cost Pricing
[8] Fixed Costs

پرداخت وام و حقوق اعضا) بدین مفهوم که با سطوح مختلف مصرف تغییر نمی‌کنند. وقتی کمتر از C تلفن زده می‌شود هزینهٔ نهایی کوتاه‌مدت دیگران که تلفن می‌زنند نزدیک صفر است. به‌هر حال، وقتی شبکه در حالت بحرانی بار است (یعنی همه C مسیر مشغول هستند) پس هزینهٔ گسترش شبکه برای تطبیق با دیگر تلفن‌ها بسیار زیاد است. توسعهٔ شبکه با هزینه‌های زیاد مواجه است (برای افزایش سرعت انتقال فیبری، یا اضافه نمودن سوئیچ و اتصال‌های زیاد) که باید در مراحل مجزا و با هزینه زیاد انجام شود. این به مفهوم زیاد بودن هزینهٔ نهایی کوتاه‌مدت تلفن است که معروف به روش بی‌نهایت است.

تعریف مناسب از هزینهٔ نهایی در اینجا عبارت است از حساب کردن قاعده و فرمول زمانی توسعه شبکه. شبکه می‌تواند به شکل توسعه مداوم (با متوسط‌گیری توسعه در مراحل مجزا) بررسی شود و هزینهٔ نهایی جریان مذکور برابر با متوسط هزینه اضافه شده یک جریان یا مسیر برای توسعه شبکه است. بدین روی هزینهٔ نهایی به‌عنوان هزینهٔ نهایی بلندمدت تفسیر می‌شود.

مشکل دیگر شارژ کردن براساس هزینه نهایی است که حتی با آگاهی از هزینه نهایی و استفاده از آن برای قیمت‌گذاری، پیش‌بینی تقاضا و ابعاد شبکه نیز مشکل است. ریسک در شبکه می‌تواند خیلی بزرگ یا خیلی کوچک باشد. یک روش واقع بینانه این است که ابتدا با روش محافظه کارانه شروع نماید و سپس براساس تقاضا، شبکه توسعه یابد. قیمت‌ها برای علامت دهی توسعه شبکه استفاده می‌شوند. فردی با یک شبکهٔ کوچک شروع می‌نماید و قیمت‌ها را با تقاضایی برابر ظرفیت در دسترس تعدیل می‌کند. اگر قیمت‌ها از هزینهٔ نهایی توسعه شبکه بیشتر باشند باید ظرفیت اضافی ایجاد شود. این فرآیند به یک نقطه با شارژی معادل هزینهٔ نهایی همگرا شده و اندازهٔ شبکه بهینه می‌گردد. در عمل تقاضا برای خدمات شبکه منجر به اضافه کاری می‌شود و لذا باید یک روش پویا برای ایجاد شبکه و قیمت‌گذاری خدمات آن به‌کار بسته شود. برای اندازه‌گیری معقولانه شبکه در یک دوره، در شروع دوره باید انتظار داشت که شبکه کمتر مورد بهره‌برداری و استفاده قرار گیرد درحالی که در انتهای دوره که تقاضا زیادتر می‌شود اندازهٔ شبکه با آن منطبق می‌شود. در این نقطه، قیمت‌های بالا برای محدود کردن تقاضا به‌عنوان علامتی که باید شبکه توسعه یابد مورد نیاز است. لذا در حالت پویا هم، تعادل رقابتی معادل کارایی پرتو است.[1]

[1] Courcoubetis et al. (2003)

۴-۲. بازگشت هزینه[1]

یکی از بحث‌های مهم برای اپراتور شبکه، بازگشت هزینه است. در برخی موارد قیمت‌های متناسب با حداکثر رفاه اجتماعی ممکن برای عرضه‌کنندهٔ خدمات درآمدی کمتر از هزینهٔ آن ایجاد کنند. در این‌باره در زیر به تبادل بین بازگشت هزینه و حداکثر سازی رفاه اجتماعی و روش‌های شارژی که برای بازگشت هزینه‌هاست، توجه می‌شود.

۴-۲-۱. قیمت‌های رمزی[2]

قیمت‌گذاری بر مبنای هزینهٔ نهایی به تولیدکننده یا عرضه‌کنندهٔ خدمات اجازهٔ بازگشت هزینه را نمی‌دهد. اگر عرضه‌کننده خیلی بزرگ و با مقیاس اقتصادی باشد این بدین معناست که هزینه‌ها افزایش کمتری نسبت به سطح تولید دارند، لذا هزینهٔ نهایی آن بسیار کوچک می‌تواند باشد. درآمدی که او تحت قیمت‌گذاری هزینهٔ نهایی کسب می‌کند برای برگشت هزینهٔ ثابت عملیات (مثل مالیات بر دارایی، بهره وام و نگه‌داری) کفایت نمی‌کند. به‌عبارت دیگر، رفاه اجتماعی در نقطه‌ای است که سود $\pi < 0$ می‌باشد حداکثر است. ساده‌ترین روش این است یک انتقال یک‌جای پول از مصرف‌کننده به عرضه‌کننده که معادل هزینهٔ ثابت عرضه‌کننده است ایجاد نموده و قیمت خدمات برابر هزینهٔ نهایی باشد. دومین روش این است که تابع هدف وزنی را حداکثر کنیم که $0 < \gamma < 1$ است و وزن کمتری به مازاد مصرف‌کننده نسبت به سود عرضه‌کننده می‌دهد. در این‌باره در شرایطی که خدمات مستقل هستند یعنی: $i \neq j$ و $\varepsilon_{ij} = O$ (کشش متقاطع تقاضا) پس از بهینه سازی سود داریم:

$$\frac{(p_j - \frac{\partial c}{\partial x_j})}{p_j} = -\frac{\gamma}{\varepsilon_i}$$

قیمت‌ها در معادلهٔ مذکور به قیمت رمزی مشهور هستند. کشش قیمتی تقاضا ε_i همیشه منفی است. اگر خدمات مستقل باشند قیمت رمزی از قیمت مبتنی بر هزینهٔ نهایی بیشتر است. اگر برای مقادیر γ مقدار سود برابر صفر باشد قیمت‌هایی که رفاه اجتماعی را نسبت به محدودیت برگشت هزینهٔ عرضه‌کننده حداکثر می‌کنند، حاصل می‌شود. اگر $\gamma = 1$ باشد سود حداکثر است و قیمت‌هایی که انحصارگر سودش را حداکثر می‌کند به‌دست می‌آید. مقدار تقاضا در شرایط تابع تقاضای خطی و هزینهٔ نهایی ثابت، تحت قیمت‌گذاری رمزی با تقاضای تحت شرایط قیمت‌گذاری مبنی بر هزینهٔ نهایی اختلاف دارد. قیمت‌های رمزی تعرفه‌های خطی

---

[1] Cost Recovery
[2] Ramsey Prices

هستند و نیازمند آگاهی از خواص منحنی تقاضای بازار هستند.[۱]

۴-۲-۲. تعرفه‌های دو قسمتی[۲]

دو روش دیگر که یک عرضه‌کننده می‌تواند هزینهٔ خود را پوشش و برگشت دهد حداکثر نمودن رفاه اجتماعی با تعرفه‌ای دو قسمتی و قیمت‌های غیرخطی است. نوعی از تعرفه دو بخشی آن است که مصرف‌کننده‌ها هر دو شارژ ثابت و استفاده[۳] (متغیر) را بپردازند. همزمان با این هزینهٔ نهایی و هزینهٔ ثابت برای مصرف‌کننده برگشت داده شود. باید توجه نمود که بین برگشت هزینه‌های ثابت و هزینه‌های غیرقابل برگشت[۴] غیردایمی تفاوت وجود دارد. هزینه‌های غیرقابل برگشت آنهایی هستند که فقط یک بار برای همه اتفاق می‌افتد. این می‌تواند جزو دارایی بنگاه‌ها تلقی شود ولی آن به قیمتی ارزان‌تر از تصمیم قیمت‌گذاری بنگاه نیست. برای مثال فقط یک بنگاه که قبلاً مقدار زیادی پول برای احداث شبکه خرج کرده، مقدار آن به تصمیم قیمت‌گذاری نامربوط شده است. قیمت‌ها باید سود را حداکثر کنند که به مفهوم اختلاف بین درآمد و هزینه‌های ثابت و متغیر تولید است. فرض شود شارژ برای مقدار خدمات x برابر $a + px$ است. موضوع برای مصرف‌کننده حداکثر کردن سود خالص است: $u(x) - a - px$ و مصرف کننده x را با $\delta u / \delta x = p$ انتخاب می‌کند مگر اینکه سود خالص او در این نقطه منفی باشد. انتخاب p و a چگونه باید باشد؟ انتخاب p=MC معقول است و این قیمت انگیزه‌ای برای مصرف بهینه اجتماعی منابع است. انتخاب a به چندین روش است. بحث اساسی این است که مصرف‌کننده انگیزه‌ای برای اضافه کردن به مازاد اجتماعی دارد. اگر از تعداد مصرف‌کننده مطلع باشیم ساده‌ترین را ه حل این است که هزینه ثابت بین مصرف‌کننده‌ها تقسیم شود.

در این روش باید توجه داشت که شارژهای مختلف برای مصرف‌کننده‌ها نیازمند قدرت بازار اپراتور است و ممکن است غیرقانونی و غیرمحتمل باشند: یک اپراتور شبکهٔ مخابراتی توانایی ارائه دو تعرفهٔ مختلف برای یک خدمت را به‌دلیل دو درآمد متفاوت ندارد، بنابراین او می‌تواند برخی اوقات خدمات متفاوت ارائه دهد و به‌دنبال آن خدمات خود را در دو نسخه عرضه کند که هر کدام هزینهٔ ثابت مختلفی دارند. مصرف‌کننده‌هایی که هر کدام از نسخ را انتخاب می‌کنند تمایل به پرداخت هزینهٔ ثابت آن را نیز دارند (همانند روش تبعیض قیمت).

۴-۲-۳. قیمت‌گذاری در حداکثر بار[۵]

نتیجهٔ کلیدی مباحث حداکثر سازی رفاه، حداکثر مازاد اجتماعی توسط قیمت‌گذاری

---

[1] Mitchell and Vogelsang (1991)
[2] Two-Part Tariffs
[3] Usage Charge
[4] Sunk Costs
[5] Peak –Load Pricing

هزینهٔ نهایی است. قیمت‌گذاری مطابق هزینهٔ نهایی در شرایط حداکثر بار یا پیک بار نیز بهینه است. در این‌باره فرض می‌شود که تقاضای خدمات در طول دوره پیک بزرگ‌تر است و در طول غیرپیک کمتر است و هزینه به هر دو مقدار مصرف و حداکثر مقدار مصرف وابسته است. هزینه در هر دوره به سطح تولید در طول دوره و حداکثر سطح تولید در همه دوره‌ها وابسته است. توجه شود که فراهم کردن یک نوع خدمات منحصر در طول دوره t مصرف می‌شود. تقاضا در دوره t به زمان و به قیمت در همه دوره‌ها وابسته است.

$$x_t = x_t(p_1,.....p_T)$$

پس در اینجا مدلی ارائه می‌شود که قیمت بالاتر در طول دوره اول می‌تواند تقاضا را به دیگر دوره‌ها انتقال دهد. فرض می‌شود که کل هزینهٔ عملیات به‌صورت زیر است.

$$c(x_1,.....x_T) = a\sum_t x_t + b\max_t x_t$$

در این‌باره سطوح مصرف و مطابق آن قیمت‌هایی که رفاه اجتماعی را به حداکثر می‌رسانند به‌صورت زیر است:

$$\max_{x_1.....x_T.K}\left[u(x_1....., x_T) - a\sum_t x_t - bK\right]$$

با محدودیت $x_t \le K$ برای همه t ها فرض شود که وقتی رفاه اجتماعی حداکثر است یک دوره پیک وجود دارد. یک کاربرد ساده و خام از موضوع قیمت‌گذاری بر مبنای هزینهٔ نهایی پیشنهاد زیر را برای قیمت‌ها ارائه می‌دهد.

$$p_t = \begin{cases} a & x_t < K \\ a+b & x_t = K \end{cases}$$

به‌عبارت دیگر، قیمت در هر دوره منعکس کنندهٔ افزایش هزینهٔ نهایی تولید زمانی است که سطح تولید در آن دوره افزایش می‌یابد. یک هزینهٔ اجاره b در دوره‌هایی که نرخ پیک عملیات قابل دستیابی است به a اضافه می‌شود که بدین مفهوم است قیمت بهینه به شکل زیر خواهد بود:

$$p_t = \begin{cases} a & x_t < K \\ a+y_t & x_t = K \end{cases}$$

$\sum_t y_t = b$ است. رفاه اجتماعی با قیمت‌هایی به شکل تابع لاگرانژ حداکثر می‌شود. در این‌باره $z_t \ge 0, y_t = 0, if x_t \ne K$ قیمت بهینه به روش زیر قابل نتیجه‌گیری است. ابتدا شارژ a برای هر واحد از ظرفیت در هر دوره ایجاد می‌گردد. یعنی تقاضا $x_t(a,.....a), t = 1,....T$ است و دوره با بیشترین تقاضا انتخاب می‌شود که دوره i گفته می‌شود.

شارژ این دوره را با مقدار y_i به‌علاوه a شروع می‌شود بدین معنا که $p = (a,...., a + y_i,....., a)$ است. فرض می‌گردد که y_i با صفر شروع و به‌تدریج اضافه می‌شود. تقاضای x_i کاهش خواهد یافت. تقاضا در دوره‌ای دیگر بسته به اینکه مکمل یا جانشین باشند کاهش یا افزایش می‌یابد. مقدار y_i تا $y_i = b$ افزایش می‌یابد و یا تقاضا در برخی دیگر دوره‌ها معادل x_i می‌شود. اگر $y_i = b$ باشد پس در دوره i باید کل هزینه b شارژ شود. اگر M دوره پیک بار باشد یعنی $M = \arg\max\{x_1,....., x_T\}$ باشد. با افزایش اجزای y_j که $j \in M$ است مثل آن است که تقاضا به اندازهٔ مساوی در همه دوره‌ها $j \in M$ کاهش یابد. دوره‌های دیگر به‌عنوان دوره با بار پیک به M اضافه می‌شود. زمانی که درآمد حاصل شده در دوره حداکثر بار معادل هزینهٔ اجاره است متوقف می‌شود یعنی زمانی که $\sum_{i \in M} y_i = b$ است.[1]

۴-۲-۴. مدل‌های ساده قیمت‌گذاری با ضمانت

- **مدل قیمت‌گذاری زمان روز**[2]

یک خدمت حمل و نقل در نظر گرفته شود که در حداکثر و حداقل دوره‌های زمانی t=1,2 به فروش می‌رود. $U_i(x_1^i, x_2^i)$ نشان‌دهندهٔ مطلوبیت استفاده‌کنندگان i از جریان‌های فروش با نرخ‌های متوسط x_1^i و x_2^i است که به ترتیب در فواصل زمانی ۱ و ۲ به‌دست می‌آید. C_t ظرفیت موجود در فاصله زمانی t است. یک برنامه‌ریز عمومی با موضوع حداکثر نمودن این مطلوبیت به‌صورت زیر مواجه است.

$$\underset{(x_1^i, x_2^i)}{Max} \sum_{i=1}^{N} u_i(x_1^i, x_2^i)$$

$$S.T.: \sum_{i=1}^{N} x_t^i \le C_t, t = 1,2$$

از حل این معادلات با تعیین p_1 و p_2 و سپس طرح مسئله برای استفاده کننده i حداکثر رضایت حاصل می‌شود. اگر برای هر i و (x_1^i, x_2^i)، استفاده کننده i مطلوبیت نهایی بیشتری برای ارسال اطلاعات و داده‌ها در دوره حداکثر نسبت به دوره حداقل داشته باشد پس قیمت p_1 بیشتر از قیمت p_2 خواهد بود. باید توجه نمود که کاربرد حداقل و حداکثر ممکن است جانشین‌های نزدیک برای یکدیگر باشند. در عمل این احتمال وجود دارد که تقاضا برای

[1] Courcoubetis et al. (2003)
[2] Time-of-Day Pricing

استفاده‌کننده حداقل با p_1 افزایش یابد، همان‌طور که مصرف‌کنندگان کاربرد کمترین حد را جانشین حداکثر می‌کنند. تفسیر این مدل ساده بدین صورت است که شبکه، قیمت‌های خود را به‌گونه‌ای تعیین می‌کند که ظرفیتش در همه اوقات به‌طور کامل استفاده شود. (در عمل قیمت‌ها به‌گونه‌ای تعیین می‌شوند که بار داده‌ها پایین‌تر از C_t قرار گیرد تا فضا برای انفجار تبادل اطلاعات فراهم شود). این قیمت‌ها به‌وسیله یک مکانیسم بازار مانند روش مرحله‌ای، می‌تواند تعیین شود. شبکه قیمت را بسته به اینکه تقاضا یعنی $\sum x_t^i$ بیشتر یا کمتر از صفر باشد افزایش یا کاهش می‌دهد. مصرف‌کنندگان ظرفیتی را خریداری می‌کنند که میزان عملکرد را که در دوره‌های زمانی تغییر می‌کند، پشتیبانی کند. در این حالت این یک مدل از خدمتی است که مقدار حداقل عملکرد را ضمانت می‌کند. مدل به‌طور ضمنی فرض می‌کند که هر مصرف‌کننده کوچک است. از این‌رو، پهنای باند مؤثر را می‌توان با نرخ متوسط آن تقریب زد. موارد را می‌توان به‌عنوان مدل تعدیلی یک خدمت با بهترین تلاش ملاحظه نمود. ضمانت اجرایی دقیقی در زمینهٔ میزان عملکرد، تأخیر یا از بین رفتن وجود ندارد. مصرف‌کنندگان قیمت‌های اعلام شده را می‌بینند و در مقدار ارسال داده تصمیم می‌گیرند. شبکه از قیمت‌ها استفاده می‌کند تا از افت اجرای کار اجتناب کند. این تنزل و کاهش کیفیت اجرا، زمانی اتفاق می‌افتد که مجموع نسبت نهاده‌ها از ظرفیت شبکه تجاوز کند. چنین قیمت‌هایی براساس تقاضای دورهٔ قبل در طول دوره‌های مختلف زمانی، محاسبه می‌شود. از این‌رو مسئلهٔ بهینه‌سازی با تصور تخمین تقاضای حقیقی حل می‌شود. به همین دلیل هیچ ضمانتی برای کمتر بودن تقاضا از ظرفیت موجود وجود ندارد و شبکه ممکن است به‌طور موقت تحت بار اضافی زیاد قرار گیرد. این یک نمونه از یک خدمت با بهترین خدمات[1] است که شبکه قیمت را در صفر تعیین نموده و لذا هیچ حلقه بازخوردی با مصرف‌کنندگانش ندارد.[2]

- **ترکیب ضمانت با بهترین خدمات**[3]

در این نمونه یک اتصال تنها را که موجب یک خدمت برتر می‌شود قیمت‌گذاری می‌کنند. مخابره اطلاعات نوع ۱، خدمت برتر را دریافت می‌کند در حالتی که مخابره اطلاعات نوع ۲، هنگامی خدمت دریافت می‌کند که از مخابره اطلاعات نوع ۱، وجود نداشته باشد. برای ساده بودن مدل فرض می‌شود یک نوع تنها از درخواست‌ها وجود دارد که ممکن است هم به مخابره اطلاعات نوع ۱ و هم نوع ۲ نیاز داشته باشد. در هر دو مورد، یک پهنای باند مؤثر lkps (ا کیلو بایت در ثانیه) و یک نرخ متوسط 1/2kps را نیازدارد. x بیانگر مجموع پهنای باند مؤثر از مخابره

---

[1] Better-Than-Best -Effort
[2] Courcoubetis et al. (2003)
[3] Combining Guaranteed with Best Effort

اطلاعات نوع ۱ است و y نمایانگر مجموع نرخ‌های متوسط مخابره اطلاعات نوع ۲ است. بنابراین محدودیت‌های سیستم عبارتند از:

$$x \le c, y + x/2 \le c$$

c مبین ظرفیت اتصال است (که برای سادگی با ظرفیت مؤثر برابر فرض شده است). محدودیت اول محدودیت کیفیت مخابره اطلاعات و محدودیت دوم محدودیت ثبات و پایداری است که آخرین خدمت از بهترین خدمات را عرضه می‌کند. فرض می شود که جمعیت مصرف‌کننده مطلوبیتی مانند $u(x, y)$ دارد که x و y خدمت نوع اول و دوم هستند. فرض بر این است که تقاضا برای خدمت از نوع بهترین خدمات از نوع ۲ می‌تواند بیشتر از c باشد. نقطه عملیاتی مورد نظر همواره روی ناحیه‌ای که مطابق محدودیت‌های اشاره شده در فوق قابل قبول است وجود دارد. در این‌باره دو گزینه قابل تصور است.

$$x < c, y + x/2 = c \quad \text{یا} \quad x = c, y + x/2 = c$$

p_i قیمت بهینه نوع i است و p_q و p_m قیمت‌های سایه‌ای به ترتیب برای محدودیت کیفیت و محدودیت نرخ متوسط هستند. در مورد اول $p_1 = p_q + 0/5p_m$ و $p_2 = p_m$ است. در اینجا مخابره اطلاعات نوع ۱ برای نرخ متوسط در شرایط مساوی با نوع ۲ نرخ‌گذاری می‌شود و مبلغی را به‌گونه‌ای اضافی به‌عنوان تقاضا برای کیفیت می‌پردازد. در نظر داشته باشید که برای محدود ساختن تقاضای نوع ۱ با توجه به فناوری مشخص، صرفاً قیمت‌گذاری متوسط کافی نیست. در حالی که برای مورد دوم کافی است که در آن $p_1 = 0/5p_m$ و $p_2 = p_m$ در نظر گرفته شود. در اینجا تقاضا برای نوع ۱ بسیار با کشش و یک قیمت ناچیز مانند $0/5p_m$ کافی است تا در c باقی بماند.[1]

مشاهده می‌گردد که در قیمت‌های داده شده برای مخابره اطلاعات نوع ۱ و ۲، مصرف‌کنندگان می‌توانند خود انتخاب نمایند که مایل به استفادهٔ کدام یک از خدمات هستند. واقعیت این است که خدمات جانشین بوده و در تعریف مطلوبیت این لحاظ شده است. مشاهده می‌شود که کشش متقاطع به کیفیت مخابره اطلاعات نوع ۲ بستگی دارد. هر چه کیفیت بهتر باشد با پایین نگه داشتن استفاده از اتصال به خاطر p_m بالاتر، فرصت بهتری برای مشتریان اطلاعات نوع ۱ به‌دست می‌آید تا استفاده از آن را تغییر داده و نوع ۲ را مصرف کنند. چنین تقسیم خدمتی ممکن است برای اپراتور حداکثرکننده سود آزاردهنده باشد. او ممکن است ترجیح دهد که کیفیت خدمت بهترین خدمات را تا جایی که ممکن است پایین نگه دارد و حتی تمایل داشته باشد که خدمت بهترین خدمات را با افزودن تأخیرهای اضافی و از بین بردن

[1] Courcoubetis et al. (2003)

عمدی بسته‌ها، تنزل دهد. این اقدام رفاه اجتماعی را کاهش می‌دهد. شناساندن خدمت و قیمت ممکن است باعث کاهش انگیزهٔ مصرف‌کنندگان برای تغییر خدمات شود. باید توجه نمود که پایین نگه داشتن p_m منافع اجتماعی را زیاد می‌کند زیرا این امر تعداد استفاده‌کنندگان شبکه را که از آن نفع می‌برند افزایش می‌دهد. بنابراین باید ظرفیت کافی فراهم شود تا تقاضای مخابره اطلاعات با بهترین خدمات در این قیمت تأمین شود.

- **قراردادها با حداقل ضمانت و ریسک**[1]

مدلی در نظر گرفته شود که در آن اتصال پهنای باند c به‌وسیله n استفادکننده خدمات ABR[2] و برخی دیگر استفاده‌کننده‌ها تقسیم می‌شود. یک استفاده‌کننده خدمت ABR که i گفته می‌شود می‌تواند حداقل پهنای باند تضمینی را درخواست کند که x_i نامیده می‌شود. او پهنای باند $x_i + zx_i$ را به‌دست می‌آورد که z به بار اتصال وابسته است و ضمانتی برای پیشرفت و توسعه هم وجود ندارد. در نظر بگیریم که پهنای باند اضافی با تقسیم پهنای باند باقیمانده در سهم به حداقل نرخ‌های درخواست شده به‌دست می‌آید بدین ترتیب y به‌عنوان مجموع پهنای باند به‌وسیلهٔ استفاده‌کنندگان غیر ABR به‌کار گرفته می‌شود.

$$Z = \frac{C - Y - \sum_j x_j}{\sum_j x_j}$$

حال فرض شود که $\sum_i x_i = C_1 < C$ و y توزیعی در دامنه $\{0,C\text{-}C1\}$ دارد که به پهنای باند تخصیص داده شده C-C1 بستگی دارد. این مدل برای زمانی است که خدمات ABR تحت ATM عرضه شود در حالی‌که حداقل نرخ، پارامتر MCR[3] است. این همچنین برای یک مدل در قالب خدمت کمکی نیز اتفاق می‌افتد که در آن حداقل نرخ درخواست مصرف‌کننده برای CIR[4] است. باید توجه داشت که مصرف یک استفاده‌کننده به تصمیم دیگر استفاده‌کننده‌ها بستگی دارد که این یک نمونه از تأثیر تراکم و ازدحام است که در آن پیامد خارجی منفی وجود دارد. با افزایش تعداد مصرف‌کننده‌ها که با هم رقابت می‌کنند سهم پهنای باند باقیمانده که عاید هر مصرف‌کننده می‌شود کاهش می‌یابد.

فرض شود که ظرفیت $C\text{-}C_1$ برای مخابره اطلاعات غیر ABR اندوخته شود و آن کل مطلوبیت $u_O(C - C1)$ را به‌دست می‌آورد. اگر هر قسمت از این ظرفیت به‌طور کامل استفاده

---

[1] Contracts with Minimum Guarantees and Uncertainly
[2] Available Bit Rate (ABR)
[3] Minimum Cell Rate
[4] Committed Information Rate

شود آن قسمت استفاده شده به مخابره اطلاعات ABR تخصیص می‌یابد. همچنین فرض می‌شود که مصرف‌کنندگان ABR بین مقادیر تضمینی و پهنای باند اضافی تفاوت قایل می‌شوند. پس رفاه اجتماعی(SW)[1] مورد انتظار به‌صورت زیر می‌شود:

$$SW(x,C1) = \sum_i Eu_i(x_i / C1(C - Y1)) + u0(C - C1)$$

برای Y ارزش انتظاری در نظر گرفته می‌شود و $\sum_j x_j = c1$ را جانشین می‌کنیم (که برای مصرف‌کنندگان ABR آشناست). باید توجه شود که SW(x,C) تابع مقعری از x است. بنابراین مقدار p به‌گونه‌ای است که SW تحت محدودیت $\sum_j x_j = c1$ حداکثر می‌شود با این موضوع که مصرف‌کننده i با حداکثر کردن $Eu_i(x_i(C-Y)/C1) - px_i$ روبه‌روست. به‌عبارت دیگر عرضه‌کننده اتصال، هم اکنون C1 را انتخاب می‌کند که یک انتخاب مقتصدانه از x_i می‌تواند منجر به قیمت‌گذاری خطی از نوع MCR شود. در عمل استفاده از پهنای باند برای همه مصرف‌کنندگان مقدور نیست و لذا استفاده‌کننده i با احتمال α_i مواجه است. X_i در این حالت یک متغیر تصادفی است که مقدار آن یا صفر و یا معادل X_i است که به ترتیب با احتمال‌های $1-\alpha_i$ و α_i مواجه هستند. از این‌رو:

$$SW(x, p, C1) = \sum_i \alpha_i Eu_i\left(\frac{x_i}{(x_i + \sum_{i\neq j} x_j)}(C - Y)\right) + u0(C - C1)$$

فرض می‌شود که تابع مذکور تحت دو محدودیت که یکی آن است که کل مقدار درخواست مورد انتظار MCR برابر C2 باشد و دوم اینکه کل پهنای باند درخواست شده نباید از C1 بیشتر باشد، حداکثر شود. پس از حداکثر سازی در یک روش غیرمتمرکز استفاده‌کننده i با یک فرم هزینه‌ای $x_i[p1 + p2 + p2s * (1-\alpha_i)x_i / 2]$ مواجه است که p1 وp2 قیمت سایه‌ای محدودیت اول و دوم هستند .علاوه بر آن روش‌های دیگری را نیز می‌توان در نظر گرفت. برای نمونه برای یک استفاده‌کننده می‌توان هزینهٔ ثابت به اضافه p برابر درخواست MCR شارژ نمود. هزینهٔ ثابت برای آنهایی که از این خدمت استفاده نمی‌کنند، سودمند نیست. لذا قیمت P را می‌توان به‌عنوان قیمت سایه‌ای محدودیت $\sum_j \alpha_j x_j = C2$ انتخاب کرد.[2]

---

[1] Social Welfare

[2] Courcoubetis et al. (2003)

۵. قیمت‌گذاری در عمل

قیمت‌گذاری بر مبنای هزینهٔ نهایی متمرکز بر سودآوری و یا حداقل بازگشت هزینه‌هاست. یکی از مشکلات قیمت‌گذاری بر مبنای هزینهٔ تولید خدمات مشترک است. بخش بزرگی از هزینه‌ها در بنگاه‌های شبکه‌ای معمولاً هزینهٔ مشترک[1] است که اختصاص آن به هر خدمت متفاوت است. در عمل چندین روش برای انجام آن وجود دارد. روش‌شناسی‌های مختلف برای تعیین هزینهٔ خدمات وجود دارد ولی مبنای آنها مشترک است. آنها در جزئیات چگونگی تعریف و لحاظ هزینه‌ها متفاوت هستند. برای این منظور ما انواع مختلف هزینه، مبنای حسابداری برای تعریف هزینه‌ها و روش‌های طراحی هزینهٔ نهاده‌ها به هزینهٔ خدمات را آزمون می‌کنیم.

۵-۱. هزینه کاملاً توزیع شده[2] (FDC)

روش FDC در ارتباط با قیمت‌ها و اطلاعات مستقیم سیستم ترازنامه و حسابداری بنگاه است. چنین اطلاعاتی صحت و سقم آن به‌راحتی قابل چک هستند و مدل FDC از نوع مدل‌های قابل حسابرسی[3] را می‌سازد. روش FDC به راحتی کل هزینه بنگاه را در بین خدمات فروخته شده آن تقسیم می‌کند. این یک نوع فرآیند مکانیکی است. در این خصوص یک برنامه مقدار هزینهٔ واقعی عوامل عملیاتی مختلف را می‌گیرد و برای هر خدمات بخشی از کل هزینه را محاسبه می‌کند. پارامترهای برنامه ضرایب مورد استفاده در تقسیم هزینه عوامل نهاده‌ای در بین خدمات تولید شده هستند.

در روش FDC همه هزینه عوامل تولید به یک خدمت مشخص در هزینه مشترک ترکیبی قابل تعیین نیست. چرا که بخش کوچکی از هزینه‌ها مستقیماً قابل انتساب به خدمت خاصی است و بقیه هزینه مشترک است. ممکن است تعریف ضرایب هزینه مشترک در بین خدمات به هزینه مشترک مخصوص هر ترکیب وابسته باشد. چون اطلاعات قابل دسترس دیگری در سیستم حسابداری وجود ندارد بنابراین نگاشت هزینهٔ عوامل به هزینهٔ خدمات به روش غیرمعمول انجام می‌شود.

فرض شود که خدمات i به میزان y_i تولید شود و هزینهٔ متغیر آن که هزینهٔ مستقیم و منتسب به آن خدمت است معادل $VC_i(y_i)$ است. هزینهٔ مشترک که به همه خدمات مرتبط می‌شود معادل $SC(y), y = (y_1,.....y_n)$ است و برای سادگی فرض می‌شود که به یک دسته هزینه تنها مرتبط باشد. قیمت مقدار خدمات y_i به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

---

[1] Common Cost
[2] Fully Distributed Cost (FDC)
[3] Auditable

$$p_i(y_i) = VC_i(y_i) + \gamma_i SC(y)$$

$\sum_i \gamma_i = 1$ است. قیمت هر واحد به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$p_i = p_i(y_i) / y_i$$

γ_iها به روش‌های مختلف انتخاب می‌شوند: مثلاً به‌عنوان نسبتی از هزینه‌های متغیر، مقدار عرضه شده یا درآمد به معنی به نسبتی از $VC_i(y_i)$، y_i یا $y_i p_i$ است.

به‌طور واضح فقط ضرایب γ_i تعریف شده‌اند و لذا به راحتی با داده‌های حسابداری می‌توان قیمت‌ها را حساب کرد. این روش ساخت قیمت نیازمند روش مدل‌های پایین به بالاست. روش قیمت‌گذاری FDC با فرآیند گفته شده مورد پسند اکثر اپراتورهای شبکه، حداقل در روزهای ابتدای فرآیند تنظیم قیمت در بازار است.

۵-۱-۱. ارزیابی قیمت‌گذاری روش FDC

قیمت‌گذاری به روش FDC دارای چندین مشکل است که عبارتند از: اول اینکه، هیچ دلیلی مبنی بر بهینه و با ثبات بودن قیمت‌های محاسبه شده وجود ندارد که دلیل مهم آن هم عدم اخذ اطلاعات در مورد کارکرد امکانات و تسهیلات است. دوم اینکه، قیمت‌های مذکور ناکارامدی بالقوه شبکه همانند مازاد ظرفیت، تجهیزات منسوخ شده، ناکارامدی کارکرد، تعیین مسیر و تخصیص منابع نادرست را آشکار نمی‌کند. چون در این مدل برای ردیابی قیمت‌های واقعی خدمات روشی وجود ندارد. بازنگری مدل FDC براساس تعریف فعالیت‌ها می‌تواند به بخش بزرگ‌تری از هزینه‌های مشترک را دربرگیرد و باعث بهبود قیمت‌گذاری عاری از یارانه شود.

۵-۲. هزینه بر مبنای فعالیت

یک روش از بالا به پایین برای دسترس به هزینهٔ واقعی در خدمات شبکه‌ها هزینه بر مبنای فعالیت است. در این‌باره براساس چهار سطح سلسله مراتبی و بازنگری روش FDC است موضوع قابل ارائه است. سطح پایین بیانگر عوامل نهاده‌ای است که توسط اپراتور شبکه مصرف می‌شود که نهاده‌های آن همانند حقوق و دستمزد افراد و استهلاک عناصر شبکه، هزینهٔ سرمایه، استهلاک ساختمان و ماشین‌آلات، هزینهٔ بازاریابی، هزینهٔ بالاسری، نیروی مصرفی و هزینهٔ اجاره پهنای باند هستند. استهلاک به‌صورت سالانه برآورد می‌شود. هدف تقسیم این عناصر هزینه به خدمات شبکه است.

سطح بعدی مبین سطح فعالیت است. فعالیت‌ها معمولاً فرآیندی کاربر بوده و برای کارکرد و تولید خدمات شبکه مورد نیاز هستند. معمولاً یک فعالیت یک هدف مشخصی دارد همانند نگه‌داری و تعمیر تجهیزات اصلی، مدیریت عناصر شبکه، حمایت و پشتیبانی از خدمات

مصرف‌کننده و یا تجارت. استفاده از زمانی که گروه در هر فعالیت صرف می‌کند می‌تواند به‌عنوان ضریبی برای تقسیم نمودن هزینهٔ عوامل نهاده‌ای در هر فعالیت باشد. با این فرآیند سیستم حسابداری ارتباط بین سطح فعالیت و هزینهٔ عوامل نهاده‌ای ایجاد می‌شود.

سطح بعدی شبکه شامل عناصر شبکه همانند کانال‌های ارتباطی، سوئیچ‌ها و اتصالات است. هزینهٔ هر عنصر از شبکه با تقسیم عوامل نهاده‌ای که به عنصر مشخصی مرتبط است (استهلاک تجهیزات، نیروی مصرفی، فضای اجاره و ...) و فعالیت‌هایی که با عملیات و مدیریت عناصر شبکه مرتبط هستند، محاسبه می‌شود. اینها شامل عوامل نهاده‌ای و فعالیت‌هایی که فضای مشخصی داشته و از نوع هزینهٔ مشترک شبکه هستند که می‌توان به مخارج عمومی و هزینهٔ مدیریت شبکه اشاره کرد. هزینهٔ این موارد به‌صورت مشخص و غیرمعمول تقسیم می‌شود. برای مثال حقوق اعضای هیئت مدیره شرکت از این نوع است. سطح آخر سطح خدمات شبکه است. خدمات شامل خدماتی (همانند خدمات تلفن راه دور و محلی، خطوط اجاره‌ای، اتصالات داخلی، اتصالات IP، و ...) که به مصرف‌کننده فروخته می‌شوند است. در اینجا باید ضرایبی برای تقسیم هزینهٔ عناصر شبکه (عناصر غیرشبکه‌ای مرتبط) و فعالیت‌ها در بین خدماتی که ارائه می‌دهند، تعریف شوند.[1]

برای مثال برای دسترس مصرف‌کننده به خدمات شبکه، سیم‌های مسی برای ارتباط به مرکز شبکه مورد نیاز است و همچنین از کابل یا فیبر نیز استفاده می‌شود. لذا عناصر شبکه دارای هزینه‌های مرتبطی دربارهٔ خدمات به مصرف‌کننده شامل هزینهٔ سیم‌های مسی (که غیرقابل استفاده دیگران است) و بخشی از هزینهٔ دستگاه متمرکزکننده شبکه، کابل و پورت‌های انتقال و مدیریت و حمایت فعالیت‌ها در زمینهٔ عناصر شبکه است. برای محاسبهٔ کل هزینه خدمات تولید شده باید هزینهٔ حمایت مصرف‌کننده، بازاریابی و مدیریت شبکه نیز در آن تقسیم شود. به‌طور کلی هزینهٔ خدماتی تولیدی به تعداد مصرف‌کننده بستگی دارد و لذا به آن هزینه‌های طرف مصرف‌کننده می‌گویند.

۵-۲-۱. ارزیابی قیمت‌گذاری بر مبنای فعالیت

دو بحث در مورد روش مذکور وجود دارد. اول اینکه، این روش ناکارامدی بالقوه عرضه‌کننده خدمات شبکه را مخفی می‌کند. حتی اگر یک عنصر از شبکه زیر ظرفیت استفاده شود هیچ انگیزه‌ای برای عرضه‌کنندهٔ خدمات به‌منظور بهبود کارایی آن به‌رغم تقسیم هزینه آن به خدمات تولیدی وجود ندارد. حتی اگر عرضه‌کننده به برگشت هزینه انجام شده بر عناصر شبکه با ظرفیت واقعی آنها توجه کند باید همچنان انگیزهٔ لازم برای بهبود کارایی را داشته باشد. این یک اختلاف کلیدی بین روش از پایین به بالا با روش از بالا به پایین است. در روش از بالا به

[1] Hilton and Selto (2003)

پایین هزینه‌های امکانات موجود به خدمات فروخته شده اختصاص می‌یابد. در روش از پایین به بالا یک مدل برای امکانات بنگاه ساخته می‌شود. در روش از پایین به بالا که قیمت‌ها افزایش می‌یابد باعث ایجاد انگیزه برای بهبود کارایی شبکه می‌شود. آنها همچنین باعث ممانعت ورود رقیبان ناکارامد به عرضه رقابت می‌شوند. بنابراین به این دلیل قانونگذار روش قیمت‌گذاری از پایین به بالا را برای خدمات شبکه‌ای پیشنهاد می‌کند.

بحث دوم مربوط به کافی بودن روش هزینه بر مبنای فعالیت برای تعیین هزینه‌های افزایشی خدمات است. مشکل در روش از بالا به پایین این است که عرضه برای یک تابع یک طرفه است که داده‌ها را می‌گیرد و هزینه عوامل نهاده‌ای را متحمل می‌شود و ضرایبی را برای تقسیم هزینه‌ها در سطوح مختلف مدل در نظر می‌گیرد و هزینهٔ خدمات مختلف را محاسبه می‌کند. این روش به این سؤال پاسخ نمی‌دهد که اگر یک خدمت تولید نشود هزینهٔ تولید دیگر خدمات چه می‌شود؟ برای پاسخ به این سؤال باید به عقب بازگشت و هزینهٔ عواملی را که در هزینهٔ خدمات مزبور سهیم بودند، بررسی کرد. برای برآورد کاهش هزینه در صورت عدم تولید یک خدمت باید بتوانیم هزینهٔ متغیر و ثابت را که به این خدمت اختصاص یافته، مشخص کنیم. این اطلاعات در سیستم‌های حسابداری سنتی در دسترس نیست و استحصال آن پیچیده است. تجارب اخیر برخی شرکت‌های مخابراتی بزرگ جهان نشان می‌دهد که مدل‌های هزینه از بالا به پایینی مدلی را طراحی کرده‌اند که اجازهٔ محاسبهٔ هزینه‌های افزایشی را نیز می‌دهد. بیشتر این مدل‌ها از هزینه‌های جاری به جای هزینه‌های تاریخی استفاده می‌نمایند.

۵-۳. روش هزینهٔ نهایی بلندمدت[1]

موضوع قیمت‌گذاری بر مبنای LRIC را اکونومیدز (۲۰۰۰) و کورکوبتیس و همکاران[2] (۲۰۰۳) مورد بررسی و تحلیل قرار داده‌اند. در اقتصاد قیمت‌ها باید خواص ثبات و انصاف را داشته باشند. قیمت بر مبنای LRIC+ دارای خصوصیت عاری از یارانه هستند و به قیمت‌های که در بازار واقعی مسلط بوده و علامت‌های برای تصمیم‌های سرمایه‌گذاری کارامد در آینده ارائه می‌دهند مشهور هستند. کلمات کلیدی این روش هزینه‌های افزایشی بلندمدت (LRIC)[3] خدمات و هزینهٔ مستقل(SAC)[4] خدمات است.

در اینجا فرض می‌شود که تابع هزینه خدمات بنگاه‌ها به‌خصوص در مورد مخابرات مفاد و محتوی اقتصاد را (با وجود هزینهٔ مشترک) نشان می‌دهد. بنگاه مقدار خدمات y_1 و y_2 از

---

[1] LRIC+
[2] Courcoubetis et al.
[3] Long - run Incremental Cost(LRIC)
[4] Stand-alone Cost

خدمات ۱و ۲ را ارائه می‌دهد. هزینهٔ این دو خدمت برابر $c(y_1, y_2)$ است. LRIC برای خدمات ۱ به‌صورت $LRIC(y_1) = c(y_1, y_2) - c(y_2)$ تعریف می‌شود که $c(y_2)$ در برنامهٔ تولید بهینه فقط نوع دوم خدمات است (یعنی اینکه اگر تولید خدمات ۱ متوقف شود زمان کافی برای برنامه‌ریزی بهینه تولید فقط y_2 از نوع دوم خدمات وجود دارد.

به‌گونه مشابه، SAC یک خدمت، هزینهٔ ساخت و اجرایی آن است که فقط آن خدمت را تولید می‌کند. از آنجا که در تعریف SAC تعداد زیادتری از تولید خدمات در نظر گرفته نمی‌شود $LRIC(y_1) \leq SAC(y_1)$ است. انگیزه برای به‌کارگیری روش LRIC برای قیمت‌گذاری عاری از یارانه بودن آن است. متدولوژی(روش‌شناسی) اجرایی LRIC براساس روش مدل‌های از پایین به بالاست که $c(y_1, y_2)$، $c(y_1)$ و $c(y_2)$ را محاسبه می‌کند. هزینهٔ خدمات در این روش با تقسیم هزینهٔ عناصر شبکه محاسبه می‌شود (شبیه روش بر مبنای فعالیت است) و با اضافه نمودن هزینه نیروی کار و بقیه بالا سری‌ها به‌عنوان یک حاشیهٔ سود ساده بر هزینه زیرساخت‌ها که در شبکه‌های واقعی مشاهده شده است، به‌دست می‌آید. مشکل در مورد به‌کارگیری $LRIC(y_1)$ به‌عنوان قیمت مقدار y_1 از خدمات ۱ این است که جمع قیمت‌ها مطابق با LRIC در حالت عمومی هزینه تولید را نمی‌پوشاند. برای مثال:

$$LRIC(y_1) + LRIC(y_2) = c(y_1, y_2) + [c(y_1, y_2) - c(y_1) - c(y_2)] \leq c(y_1, y_2)$$

مقدار داخل کروشه به‌طور کلی منفی است و برخی از مقادیر هزینهٔ ثابت مشترک برنمی‌گردد. یک راه برای حل آن توزیع این مقدار هزینه مشترک در میان قیمت خدمات است. از آنجا که روش‌های متعددی برای کار وجود دارد می‌توان محدودیت زیر را در مورد قیمت به مدل تحمیل نمود:

$$LRIC(y_i) \leq p(y_i) \leq SAC(y_i)$$

لذا جمع قیمت‌ها معادل کل هزینه باشد. این روش به LRIC+ مشهور است. در این‌باره طبیعی است که باید از هزینه‌های جاری استفاده نمود چرا که هدف دستیابی به قیمت‌هایی است که در بازار رقابت شایع و مستولی شوند. استفاده از هزینه‌های جاری به جای هزینه‌های گذشته و تاریخی ما را از ناکارامدی اپراتور به‌دلیل هزینهٔ بالای قبلی و ناکارامدی فناوری از رده خارج عبور نمی‌دهد. به‌هرحال انگیزه‌ای برای بهبود کارایی فراهم می‌کند زیرا این تنها راهی است که اپراتور می‌تواند در این قیمت‌ها سود ببرد.

۵-۳-۱. ارزیابی روش LRIC+

روش LRIC+ برخی عدم مزیت‌ها را دارد. سیستم‌های حسابداری سنتی هیچ اطلاعاتی در خصوص اینکه بتوان از مدل LRIC+ استفاده نمود، ارائه نمی‌دهند. همچنین این قیمت‌ها برای

حسابرسی سخت هستند. موارد مذکور باعث شده است کـه اخیـراً بـرای توسـعه سیـستم‌هـای LRIC+ براساس مدل‌های بالا به پایین با استفاده از هزینه‌های جاری به‌کار گرفته شود.

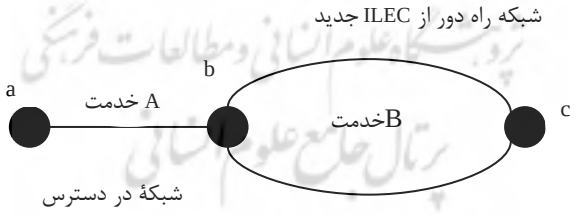
۴-۵. قیمت‌گذاری مؤلفه کارامد (ECPR)[1]

قیمت‌گذاری براساس مؤلفه کارامد (ECPR) در شبکه‌ها نوع خاصی از مدل LRIC+ اسـت کـه در آن هزینه فرصت متصدی نیز لحاظ می‌شود. این روش انگیزه را قطع نموده و اسـتفاده از آن باید با احتیاط باشد. فرض می‌گردد در چارچوب شکل ۴ یک خدمت AB توسط یـک متـصدی با دو عنصر شبکه A و B پیشنهاد شود. (در شکل ۴ این موضوع آمده است). تازه واردان در بازار مذکور فقط می‌توانند عنصر B را در بازار تصرف نموده و برای عرضـه AB بایـد عنـصر A تولیـد شود. از نظر آنها عنصر A برای عرضه AB در تنگناست. برای مثال A بخش حلقهٔ محلی ارتباط تلفنی و B ناحیه وسیعی از شبکه اسـت. C_A و C_B هزینـهٔ عناصـر A و b در عرضـه یـک واحـد خدمات AB هستند. p_{AB} قیمت شارژ برای مصرف‌کننده برای یک واحد AB از طرف متـصدی است.[2]

در روش قیمت‌گذاری براساس مؤلفه کارامد (ECPR)، خدمت A از a به b متصل می‌شـود. خدمت B، b را به c و خدمت AB، a را به c متصل می‌کند. مطابق روش ECPR متصدی بایـد برای خدمت A باید قیمت اجاره زیر را شارژ کند.

$p_A = p_{AB} - c_B = c_A + (p_{AB} - c_A - c_B)$ کـه p_i, c_i هزینـه و قیمـت یـک واحـد عرضه خدمات i است.

شکل ۴. قیمت‌گذاری براساس مؤلفه کارامد (ECPR) خدمات شبکه



شبکهٔ راه دور تازه وارد

[1] Efficient Component Pricing Rule
[2] Economides and White (1995)

توجه شود که p_A هزینهٔ خدمت A به اضافه هزینهٔ فرصت خصوصی است که برای یک واحد خدمت AB پیشنهاد نمی‌شود. تازه واردان باید با اجاره عنصر A از متصدی بتواند خدمت AB ارائه دهد. مطابق روش ECPR متصدی قیمت زیر را برای A باید شارژ کند.

$$p_A = p_{AB} - c_B = c_A + (p_{AB} - c_A - c_B)$$

در اینجا باید توجه شود که متصدی c_A به اضافه سودش را برای عرضه یک واحد AB دریافت می‌کند. لذا او هر دو هزینهٔ عرضه عنصر A و هزینهٔ فرصت را دریافت می‌کند و باعث می‌شود که قادر به ارائه یک واحد از AB نباشد چرا که او از تولید واحد A منصرف شده است. در ECPR، این هزینهٔ فرصت برای خدمات مساوی تعریف شده است.

انگیزهٔ اصلی برای روش ECPR این است که تازه وارد فقط اگر در تولید B کارا باشد می‌تواند در بازار باقی بماند یعنی اگر B را با هزینهٔ c'_B تولید کند آن بیشتر از c_B نیست. بنابراین قیمت AB برابر خواهد بود با $p_A + c'_B = p_{AB} - c_B + c'_B \succ p_{AB}$ و در مقابل قیمت‌های موجود غیررقابتی است. بنابراین ECPR تازه واردان ناکارامد را تحذیر می‌کند.

۵-۵. ارزیابی روش ECPR

- این روش سود تازه وارد را با لحاظ هزینهٔ فرصت خصوصی متصدی در اجارهٔ قیمت A کاهش می‌دهد و این به منزلهٔ یک مقدار مالیات به تازه وارد است. اگر تازه وارد با c'_B p c_B کارا باشد پس به بهای کمتری همانند ε سودی معادل $c_B - c'_B - \varepsilon$ به جای $p_{AB} - \varepsilon - c'_B - c_A$ اگر هزینهٔ واقعی A را بپردازد، دارد. اختلاف این دو هزینه فرصت خصوصی است و همانند پرداخت مالیات توسط تازه وارد است که برابر مقدار $p_{AB} - c_A - c_B$ است.
- این روش با حاشیه سود متصدی هزینه فرصت خصوصی‌اش را تضمین می‌کند. حتی وقتی متصدی ناکارامد باشد باز همان درآمد را تضمین می‌کند. در اینجا یک داوطلب جدید با قیمت $p_{AB} - \varepsilon$ همه بازار AB را می‌گیرد. برای هر واحد از خدمات مقدار $p_{AB} - c_B$ را می‌پردازد. بنابراین همان سود قبلی متصدی برای هر واحد از خدماتی که داوطلب جدید می‌فروشد ادامه می‌یابد. از آنجا که داوطلب جدید نیروی خود را بر قیمت پایین‌تر AB برای کسب سهم بیشتر بازار قرار داده، تقاضای آن افزایش خواهد یافت که به سود افزایش یافته متصدی منتقل می‌شود. لذا یک متصدی ناکارا مشاهده می‌کند که به‌راحتی سودش افزایش یافته است.
- هیچ انگیزه‌ای برای برآورد دقیق هزینهٔ عناصر A فراهم نمی‌کند. ECPR هزینه‌های تاریخی متصدی را در این بخش شبکه دایمی و همیشگی می‌کند.

- متصدی انگیزه‌ای برای کارایی بیشتر و کاهش c_A ندارد. لذا با کاهش در c_B قیمت اجاره A افزایش می‌یابد.
- از آنجا که ECPR باعث بازداشتن تازه واردان می‌شود، بنابراین می‌تواند سهم بازار خدمات AB را افزایش می‌دهد. این موضوع باعث کاهش هزینهٔ نهایی B با مقیاس اقتصادی می‌شود و لذا قیمت اجاره A را افزایش می‌دهد که موجب کاهش رقابت می‌شود.
- اگر هزینه صحیح به‌راحتی به‌دست نیاید پس متصدی ممکن است ادعا کند که هزینهٔ A بزرگ‌تر از c_A است (بدون وانمود نمودن کل هزینه $c_A + c_B$) این قیمت اجاره A را افزایش می‌دهد. بنابراین باید هزینه مضاعف بازگشت شود.
- برخی مسائل اداری وجود دارد زیرا ممکن است برخی از عناصر شبکه مجبور به اجاره با قیمت‌های مختلف باشند که وابسته به خدماتی است که به‌کار می‌گیرند. این بدین مفهوم است که ECPR می‌تواند قیمت تبعیضی تولید نماید و این تعیین قیمت A را خیلی پیچیده کند. برای مثال، اگر تازه وارد بخواهد از A برای عرضهٔ خدمات محلی شبکه استفاده کند هزینهٔ فرصت مختلفی دارد. به‌طور کلی ECPR با نوعی اهداف قانونگذار متناقض است چرا که باعث کاهش قیمت‌ها نمی‌شود و براساس هزینه نیست و می‌توان منجر به تبعیض قیمت شود.

۶. تجربهٔ ایران

در ایران محصولات شبکه‌ای هم همانند اکثر اقتصادهای دنیا گسترش یافته است و موضوع قیمت‌گذاری این کالاها و خدمات یکی از ارکان ادامه فعالیت و توسعهٔ آنهاست. در بخش کالاها و خدمات شبکه‌ای کالاها، خدمات متنوعی نیز وجود دارد که می‌توان به خدمات تلفن، تلفن همراه، اینترنت، شبکه ATM و خدمات مالی و ... اشاره نمود. یکی از خدمات اقتصاد شبکه‌ای که مورد مصرف مشتریان زیادی نیز در ایران است، تلفن همراه اول است که در بین ۶۴۸ اپراتور دنیا رتبهٔ سی‌ام را از منظر تعداد مشترک در سال ۱۳۸۷دارد و ضریب نفوذ آن در ایران حدود ۵۶ درصد است.[1] این بخش در ابتدا دولتی بوده و در حال حاضر به سمت خصوصی حرکت نموده است که در اینجا به‌عنوان یک نمونه، نحوهٔ قیمت‌گذاری آن مورد توجه قرار می‌گیرد.

براساس اطلاعات سایت همراه اول هزینه و قیمت مکالمه شبکهٔ تلفن همراه به‌گونه‌ای محاسبه می‌شود که از یک شارژ ثابت و یک شارژ مصرفی تشکیل می‌گردد. درمورد شارژ ثابت براساس انتخاب مشتری، هزینهٔ ثبت نام تلفن همراه دایمی بدون گوشی ۲۸۸۰ هزار ریال و هزینهٔ ثبت نام تلفن همراه اعتباری (بدون گوشی) ۳۴۰ هزار ریال است، هزینهٔ ثبت

[1] Web Site: http://www.mci.ir

نام تلفن همراه دایمی (جدید) نیز در سال ۱۳۸۷، ۱۵۰۰ هزار ریال است، بنابراین مشتری در ابتدا با توجه به انتخاب خود با یک شارژ ثابت متفاوت روبه‌روست. این شارژ در سال‌های قبل که تلفن همراه اعتباری و برخی اپراتورهای رقیب مانند ایرانسل و تالیا موجود نبود بیشتر از مقدار فعلی بود. از لحاظ شارژهای مصرفی موضوع نرخ‌گذاری بیشتر به نرخ‌گذاری در زمان روز متناسب با استفاده از شبکه محلی یا راه دور منتسب است. به‌گونه‌ای که در مورد تلفن سیار همراه اول شرایط براساس نوع شبکه انتخابی مشتری که محلی یا راه دور باشد مطابق جدول ۱ و ۲ است. استفاده از خدمات شبکه محلی برای راه دور منجر به محاسبهٔ تعرفه جابه‌جایی می‌شود. از لحاظ تشخیص شبکه از مشتری محل ثبت نامی مشترک، به‌عنوان مبدأ مخابراتی مشترک منظور و اگر مشترک از مبدأ خارج شده و به شهر دیگری برود، پس از هر بار تماس به ازای هر دقیقه مکالمه، مبلغی معادل دو پالس مکالمه تلفن همراه، علاوه بر تعرفه‌های معمول، برای وی محاسبه می‌گردد. در ایران تعرفه مکالمات بین‌الملل تلفن همراه نیز همانند تلفن ثابت محاسبه می‌شود. ولی به هر یک دقیقه مکالمه، هزینهٔ یک دقیقه مکالمه تلفن همراه شهری نیز اضافه می‌گردد.

جدول ۱. نرخ یک دقیقه مکالمه شهری تلفن‌های همراه به همراه و همراه به ثابت و برعکس سال ۱۳۸۷

شرح	تعداد پالس در یک دقیقه	نرخ یک دقیقه مکالمه به ریال (با پالس ۴۴/۷۵ ریال)
از ساعت ۸ صبح تا ۲۱	۱۰	۴۴۷/۵
از ساعت ۲۱ تا ۸ صبح	۸	۳۵۸
روزهای جمعه و تعطیل رسمی	۸	۳۵۸

www.mci.ir

جدول ۲. نرخ یک دقیقه مکالمه بین شهری تلفن‌های همراه به همراه و همراه به ثابت و برعکس از هر نقطه با سایر نقاط کشور سال ۱۳۸۷

زمان	تعداد پالس در یک دقیقه	نرخ یک دقیقه مکالمه به ریال (با پالس ۴۴/۷۵ ریال)
از ساعت ۸ صبح تا ۲۱	۱۷	۷۶۹
از ساعت ۲۱ تا ۸ صبح	۱۲	۵۳۶
روزهای جمعه و تعطیل رسمی	۱۲	۵۳۶

www.mci.ir

همان‌طور که اشاره شد در مورد خدمات شبکهٔ تلفن همراه قیمت‌گذاری از یک شارژ ثابت و یک شارژ مصرفی تشکیل می‌شود که شارژ ثابت بسته به نوع دایمی و اعتباری بودن خط تلفن

برای مشتری متفاوت است و شارژ مصرفی نیز براساس انتخاب استفاده کننده از شبکه محلی یا راه دور متفاوت است. در هر دو حالت با انتخاب مشتری از شبکه، نحوهٔ محاسبه شارژ براساس استفاده از زمان روز نرخ و میزان پالس در هر دقیقه محاسبه می‌شود. ولی اینکه شارژ ثابت و نرخ مصرفی در هر موقع از روز چگونه محاسبه می‌شود اطلاعات مستندی در دست نیست و نیاز به بررسی و تحلیل آن در مقاله‌ای جداگانه دارد. اما باید توجه نمود که در ایران نیز اپراتورها باید توسعهٔ فعالیت‌ها را با موضوع قیمت‌گذاری برای سوددهی به‌عنوان سنگ بنای ساختار جدید کاری برای ریسک‌های خود با توجه به خصوصی شدن آنها به‌کار گیرند. با توجه به حرکت رو به رشد کالاها و خدمات شبکه‌ای در ایران همانند گسترش شبکه تلفن ثابت و همراه، شبکه شتاب بانکی و دستگاه‌های خود پرداز ATM، گسترش و نفوذ خدمات اینترنتی با تمرکز بر بخش خصوصی، امیدواری به بکارگیری روش‌های علمی مورد اشاره در این مقاله و محاسبهٔ هزینه و قیمت‌گذاری آنها وجود دارد. در سال‌های قبل به‌دلیل ویژگی ساختار دولتی اقتصاد ایران اکثر قیمت‌گذاری‌ها بر پایه داوری یا حدس و دستوری از طرف دولت بوده است اما نباید فراموش شود، که به‌کارگیری فرآیند مناسب و داده‌های صحیح و در دسترس می‌تواند شکوفایی فعالیت‌های شبکه‌ای را در کشور رقم زند و این نیاز مهم با گسترش خدمات شبکه‌ای در اقتصاد ایران است.

۷. جمع‌بندی و پیشنهادها

همان‌طور که ذکر شده محصولات و خدمات شبکه‌ای با ویژگی‌های خاصی همانند قفل شدگی، پیامد خارجی شبکه‌ای، سازگاری و استانداردها و مکملی که بعضاً در کالاهای معمولی این خواص کمتر یافت می‌گردد، مواجه‌اند. ویژگی‌های خاص ذکر شده و نحوه و ساختار مصرف‌کننده از این کالاها باعث پیچیده‌تر شدن قیمت‌گذاری در این نوع بازارها می‌شود. در ایران با گسترش جهانی فناوری اطلاعات محصولات شبکه‌ای نیز گسترش یافته و لزوم قیمت‌گذاری خدمات شبکه‌ای دیده می‌شود.

در ایران تا سال‌های اخیر به‌دلیل سیستم دولتی نحوهٔ قیمت‌گذاری روشنی مشهود نیست. این مقاله به‌دلیل نو بودن موضوع از لحاظ نظری و تجربی به بررسی روش‌های مختلف قیمت‌گذاری می‌پردازد و با توجه به ویژگی‌های کالاهای شبکه‌ای به ارزیابی روش‌های تجربی قیمت‌گذاری در هر مورد خاص این نوع از کالاها و خدمات تمرکز می‌کند. از لحاظ نظری معمولاً قیمت‌گذاری بر مبنای هزینهٔ نهایی در این بازارها پیشنهاد می‌شود. اما به‌رغم راحتی این روش مشکلاتی همچون دشواری محاسبه و دامنهٔ تغییر آن بین صفر و بی نهایت و همچنین نبود اطلاع دقیق از اندازه و ابعاد شبکه به‌کارگیری این روش مشکل است. در اقتصاد بحث قیمت‌گذاری همواره با موضوع بازگشت هزینه همراه است. در این زمینه قیمت‌های رمزی و

قیمت‌گذاری با تعرفه دو بخشی و قیمت‌های غیرخطی را برای موضوع بازگشت هزینه می‌توان به‌کار برد. موضوعی که در بحث اقتصاد شبکه‌ای مطرح می‌شود وجود ترافیک و ازدحام و قیمت‌گذاری در این مواقع استفاده از شبکه است.

قیمت‌گذاری مبتنی بر هزینهٔ نهایی در شرایط حداکثر بار شبکه منجر به حداکثر نمودن رفاه اجتماعی شده و لذا بهینه است. در بحث اقتصاد شبکه‌ها، قیمت‌گذاری با ضمانت نیز از روش‌های دیگر قیمت‌گذاری است. قیمت‌گذاری در زمان روز، ترکیب ضمانت با بهترین خدمات و قرارداد ضمانت با حداقل نااطمینانی از جمله این روش‌های نظری است. در مدل قیمت‌گذاری در زمان روز ظرفیت شبکه یکی از محدودیت‌هاست و با این محدودیت شبکه قیمت‌های خود را در طول روز به‌گونه‌ای تعیین می‌کند که از حداکثر ظرفیت به‌طور کامل استفاده شود و قیمت‌ها نیز با مکانیسم بازار مانند روش مرحله‌ای تعیین می‌شوند. شبکه با توجه به تقاضا قیمت‌های خود را تغییر می‌دهد و مدل به‌گونه‌ای است که حداقل عملکرد را ضمانت می‌کند. در زمینه قیمت با بهترین خدمات قیمت‌گذاری با دو محدودیت کیفیت و نرخ متوسط مواجه است که در این‌باره پایین نگه داشتن نرخ متوسط باعث افزایش منافع اجتماعی شده و تعداد استفاده کنندگان را نیز افزایش می‌دهد.

در روش قیمت‌گذاری با نااطمینانی استفاده از پهنای باند برای همه مصرف‌کنندگان مقدور نیست و قیمت به‌گونه‌ای تعیین می‌شود که رفاه اجتماعی انتظاری با توجه به محدودیت درخواست مورد انتظار و کل ظرفیت و پهنای باند حداکثر شود. در بیشتر موارد برای تعیین تعرفه، تعاملی بین مصرف‌کننده و اپراتورهای شبکه‌ها در اقتصاد وجود دارد و این تعامل در بلندمدت تا رسیدن به تعادل ادامه می‌یابد و قیمت‌های تعادلی تعیین می‌شوند. اما موضوع مهم در شبکه‌ها وجود هزینه‌های مشترک به‌دلیل ویژگی مکملی اجزای شبکه‌هاست و این یک مسئله برای تعیین قیمت هر خدمت در شبکه‌هاست. در این‌باره روش‌های عملی متعددی برای تعیین قیمت مطرح شده است که عبارتند از روش هزینه کاملاً توزیع شده (FDC) ،روش هزینه بر مبنای فعالیت، روش LRIC+ و روش قیمت‌گذاری مؤلفه کارامد (ECPR).

این روش‌ها بر دو روش کلی از بالا به پایین و یا از پایین به بالا استوار هستند. هر کدام از این روش‌ها در تعیین قیمت خدمات شبکه‌ای دارای مزیت‌ها و عدم مزیت‌ها هستند که با ارزیابی آنها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود و با توجه به آنها برای هر شبکه و محصولات آن به‌کار بست. مزیت قیمت‌گذاری براساس FDC که از هزینه‌های تاریخی استفاده می‌کند عبارتند از: این روش برای توسعه آسان‌تر است چرا که آنها براساس ارتباط خطی با اطلاعات هزینه واقعی است و برای حسابداران قابل فهم‌تر است. این روش براساس داده‌های حسابداری است. که قابل اصلاح و نگه‌داری در سیستم اطلاعات بنگاه است. همچنین به‌راحتی قابل

حسابرسی است. عدم مزیت‌های قیمت‌های مبتنی بر FDC عبارتند از: انگیزه‌ای برای بهبود کارایی عرضه‌کننده و گسترش فناوری‌ها جدیدتر فراهم نمی‌کند زیرا آنها هزینه‌های کامل تاریخی را پوشش می‌دهند. در این روش هزینه‌ها همیشه بر مبنای علیت نیستند اما به‌طور دلخواهانه ضرایب را برای تقسیم هزینه به‌صورت مستقیم نسبت نمی‌دهد؛ بنابراین عکس‌العملی در خصوص هزینه‌های واقعی خدمات نشان نمی‌دهند. این مشکل در صورت استفاده از برنامهٔ هزینه‌گذاری بر مبنای فعالیت کاهش می‌یابد. LRIC+ ترکیب شده با مدل‌های از پایین به بالا و استفاده از هزینه‌های جاری مزیت‌های زیر را دارد: این روش قیمت‌های عاری از یارانه را ارائه می‌کند، بنابراین باثبات است و در تعدادی از موارد کارایی اقتصادی دارد. از آنجا که این مدل‌ها براساس هزینه‌های تاریخی نیستند، بنابراین شامل ناکارایی ناشی از تصمیم‌های گذشته نیستند و علامت‌های درست رقابتی را به بازار می‌دهند. عدم مزیت‌های روش LRIC+ عبارتند از: توسعه این مدل‌ها به‌دلیل استفاده از مدل‌های پایین به بالا پیچیده و سخت‌تر است و مقدار زیادی اطلاعات برای پارامترهای مدل مورد نیاز است. در این روش از آنجا که براساس فرآیند حسابداری سنتی داده‌ها فراهم نمی‌شوند، فهم آن برای حسابدار مشکل‌تر است.

در حال حاضر واضح است که مدل‌های از بالا به پایین براساس هزینه‌های واقعی هستند در حالی که مدل‌های از پایین به بالا با سیستم‌های فرضی سروکار دارند و برای هدف‌های مختلف به‌کار می‌روند. قیمت‌های LRIC+ براساس مدل‌های از بالا به پایین با استفاده از هزینه‌های جاری هستند و عدم مزیت حسابرسی ندارند ولی هنوز ناکارایی بالقوه در شبکه را مخفی می‌کنند. آنها برای قیمت خدمات عمده‌فروشی که به رقبا فروش می‌روند از دید قانونگذار برای متصدی اپراتور مناسب هستند. چنین سیستم‌هایی منجر به جابه‌جایی به سیستم‌های هزینه قدیمی‌تر براساس FDC می‌شوند. LRIC+ سنتی براساس روش پایین به بالاست که نتیجهٔ آن قیمت‌های کمتر است و بیشتر در مورد شبکه‌های ناکارامد یافت می‌شود و این موردی است که اگر قیمت‌گذاری از مدل‌های بالا به پایین و پایین به بالا استفاده شود اختلاف معناداری دارد.

در ایران به‌دلیل ساختار دولتی شبکه‌ها و همچنین وارد شدن جدید برخی محصولات شبکه‌ای با گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات، تاکنون اکثر قیمت‌گذاری‌های شبکه‌ای در دستور کار و مطالعه نبوده است و قیمت‌ها اکثراً به‌صورت دستوری توسط دولت تعیین می‌شده است. با توسعهٔ بخش خصوصی در این زمینه به‌کارگیری روش‌های علمی یاد شده برای قیمت‌گذاری خدمات شبکه‌ای یکی از ضروریات آینده اقتصاد و اپراتورها و خدمات شبکه‌ای کشور است. برای این امر تحول در سیستم حسابداری خدمات شبکه‌ای، جمع‌آوری و ارائه اطلاعات و داده‌های دقیق و روشن در جهت بهبود کارایی و افزایش انگیزه عرضهٔ خدمات شبکه‌ای به‌صورت کمّی و کیفی از ملزومات این مهم است.

مآخذ

Beggs, A., & Kelemper, P. (1992). Multi-period competition with switching costs. *Econometrica*, 60(3), 651-666.

Courcoubetis, C., Richard, W., & Marlana, C. (2003). *Pricing communication networks: Economics, technology and modeling*. John Wiley &Sons Ltd.

Economides, N. (2000). *Real options and the costs of the local telecommunications network*. the new investment theory of real options and its implications for cost models in telecommunications, New York: Kluwer.

Economides, N. (1996). The economics of networks. *International Journal of Industrial Organization*, 14(6), 673-693.

Economides, N., & Himmelberg, C. (1995). Critical mass and network size with application to the US fax market, Discussion Paper EC-95-11, Stern School of Business, N.Y.U.

Economides, N., & White, L. J. (1995). *Access and interconnection pricing: How efficient is the efficient component pricing rule?*, Antitrust Bulletin XL, No. 3.

Economides, N., & White, L. J. (1994). Networks and compatibility: Implications for antitrust. *European Economic Review 38*.

Economides, N., & White, L. (1993). *One-way networks, two-way networks, compatibility, and antitrust*, Discussion Paper EC-93-14, Stern School of Business.

Farrell, J., & Shapiro, C. (1988). Dynamic competition with switching costs. *Rand Journal of Economics*, 19(1), 123-137.

Farrell, J., & Shapiro, C. (1989). Optimal contracts with lock-in. *American Economic Review*, 79(1), 51-68.

Hilton, R., Maher, M., & Selto, F. (2003). *Cost management: Strategies for business decision*. McGraw Hill.

Kelemper, P. (1987): Markets with consumer switching costs. *Quarterly Journal of Economic Studies*, 56(3), 375-394.

Kelemper, P. (1995). Competition when consumer have switching costs, an overview with application to industrial organization, macroeconomic and international trade. *Review of Economic Studies*, 62.

Mitchell, B. M., & Vogelsang, I. (1991). *Telecommunications pricing theory and practice*. Cambridge , UK, Cambridge University Press.

Shapiro, C., & Varian, H. (1999). *Information rules: A strategic guide to the network economy*. Harvard Business School Press Boston, Massachusetts.

Varian, H., Farrell J., & Shapiro, C. (2004). *The economics of information technology: An introduction*. Cambridge University Press, UK.

Web site: http://www.mci.ir