براورد بازار تجهیزات سوییچ شبکهٔ تلفنی ثابت کشور با ملاحظات گذار به NGN براساس پیش‌بینی مدل کاب- داگلاس برای تقاضا

منصور شیخان* و محمد اسماعیل کلانتری

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب

دانشکدهٔ مهندسی برق، دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی

(دریافت مقاله: ۸۴/۹/۱۳- دریافت نسخه نهایی: ۸۶/۱۰/۹)

چکیده – در این مقاله با هدف براورد علمی هزینهٔ سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات سوییچ در شبکهٔ تلفنی ثابت کشور در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعه، مدل کاب- داگلاس به عنوان یکی از روشهای موفق تخمین تقاضا به‌کار گرفته شده و تعداد متقاضیان سرویس تلفنی ثابت در سالهای آتی براورد و به دنبال آن با طرح شبکهٔ سوییچینگ تلفنی ثابت، تخمینی از حجم تجهیزات سوییچ و میزان سرمایه‌گذاری لازم مربوط ارائه شده است. بدین‌منظور ضمن ارائهٔ الگوی تأسیس و توسعهٔ مراکز، تعداد پورت‌های مورد نیاز مراکز محلی و نیز ترافیک بین‌شهری (با درنظر گرفتن تأثیر مشترکین تلفن همراه) تخمین و به دنبال آن تعداد ترانک‌های مورد نیاز در مراکز بین‌شهری براورد شده است. در این راستا، دو سناریو برای توسعهٔ شبکه در برنامهٔ مذکور درنظرگرفته شده است، که یکی از آنها با فرض" به‌کارگیری فناوری مداری- صرف" و دیگری با فرض "تلفیق فناوری مداری و بسته‌ای در قالب NGN" ارائه و طرح شبکه با پیشنهاد محل استقرار TGWها و تجهیزات مورد نیاز مربوط مشخص شده است. در نهایت نیز با توجه به میانگین قیمت ارائه‌شده توسط سازندگان داخلی و خارجی، میزان سرمایه‌گذاری برای تجهیزات سوییچ شبکهٔ مذکور در دو سناریو به‌ترتیب بالغ بر ۶۰۱۳ میلیارد ریال و ۶۳۳۰ میلیارد ریال براورد شده است.

واژگان کلیدی : شبکهٔ تلفنی ثابت، تجهیزات سوییچ، هزینهٔ سرمایه‌گذاری، پیش‌بینی تقاضا، مدل کاب- داگلاس، تخمین ترافیک، شبکه‌های نسل آتی

---

* – استادیار

Forecasting Capital Investment for Fixed-Telephony Network Switching Equipment in Tandem with NGN Migration Using Cobb-Douglas Model

M. Sheikhan and M. E. Kalantari

Islamic Azad University, South Tehran Branch
EE Department, Khaje Nasir Toosi University

Abstract: ***This paper tries to estimate the capital investment required for the fixed-telephony network switching equipment as demanded by the fourth national development plan. As a first step, the Cobb-Douglas model is used as a successful demand forecasting model to estimate the demand over the target years. Then, an architectural plan is developed for the fixed-telephony switching network that takes into account the expansion of the existing exchanges as well as the addition of new ones. The number of the required ports in local exchanges, the intercity traffic (including cell phone subscribers), and the required trunks in transit exchanges are then estimated. Two scenarios are used to estimate the investment needed: expanding legacy network (circuit-based), and NGN adoption (a combination of circuit and packet-based networks). Finally, conventional pricelists from different local and foreign suppliers are used to arrive at two total investment estimates: 6,013 billion Rials and 6330 billion Rials for the two mentioned scenarios, respectively.***

Keywords: ***Fixed-telephony network, Switching equipments, Capital investment, Demand forecasting, Cobb-Douglas model, Traffic forecasting, Next generation networks.***

۱- مقدمه

با توجه به رشد روزافزون تقاضای سرویسهای مخابراتی، براورد علمی تعداد متقاضیان و نیز بازار بالقوهٔ تجهیزات برای "ارائه‌دهندگان سرویس"، "دست‌اندرکاران صنعت" و "برنامه‌ریزان توسعه" از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است[۱-۳]. در این راستا برای پیش‌بینی مشاهدات آتی دنباله‌ها، تا کنون روشهایی چون MA[۱]، ES[۲]، AS[۳]، باکس-جنکینز[۴] و ARMA[۵] مورد استفاده قرارگرفته است[۴ و ۵]. همچنین نرم‌افزارهای آموزشی و تجاری زیادی ارائه شده که در این مورد به عنوان نمونه، DS[۶] و فورکست[۷] را می‌توان نام برد[۶]. به‌همین ترتیب برای پیش‌بینی تقاضای محصولات و سرویسها، مدلهایی چون کاب- داگلاس[۸][۲، ۷ و ۸]، باس[۹][۹-۱۳] و لاگلت[۱۰][۱۴ و ۱۵] نیز در سالهای اخیر ارائه و به‌کارگرفته شده‌اند. در راستای ارائهٔ سرویسهای جدید به مشترکین نیز مفهوم شبکه‌های مخابراتی نسل آتی (NGN)[۱۱]، با هدف تأمین سرویس در هر مکان، هر زمان و از طریق هر نوع روش دسترسی[۱۲] توسط هر مشترک در دههٔ اخیر مطرح شده است[۱۶].

براین‌اساس براورد تعداد متقاضیان سرویس تلفنی ثابت دربازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعهٔ کشور (سالهای ۸۸-۱۳۸۴) در بخش دوم مقاله انجام خواهد شد. سپس دربخش سوم، طرح شبکهٔ سوییچینگ تلفنی ثابت کشور در قالب دو سناریو ارائه خواهد شد. یکی از این سناریوها با فرض به‌کارگیری فناوری مداری- صرف و دیگری با فرض تلفیق فناوری مداری و بسته‌ای در قالب NGN برای توسعهٔ شبکه در بازهٔ زمانی مذکور درنظرگرفته شده است. در بخش چهارم نیز براورد حجم تجهیزات سوییچ و نیز هزینهٔ سرمایه‌گذاری لازم مربوط در قالب هر یک از سناریوها ارائه خواهد شد.

۲- براورد تعداد متقاضیان سرویس تلفنی ثابت در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعه

در این مقاله از مدل کاب - داگلاس، که برای تخمین تقاضای یک محصول دو متغیر "درآمد سرانه"[۱۳] و "هزینهٔ سرویس" را به‌کار می‌گیرد، برای براورد میزان تقاضای سرویس تلفنی ثابت در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعهٔ کشور استفاده شده است. در این مورد فرض کنید که Y_t و P_t به ترتیب "درامد سرانه" و "هزینهٔ سرویس" در زمان t باشند، مدل کاب- داگلاس

جدول۱- داده‌های مربوط به متغیرهای مدل کاب- داگلاس برای سرویس تلفنی ثابت در سالهای ۸۲- ۱۳۷۷

سال	تعداد تقاضای براورده‌شده (هزار خط)	Y_t (میلیون ریال)	P_t (ریال در دقیقه)*
۱۳۷۷	۸۵۱/۵۳	۴/۸۵۴	۱۳/۷۰
۱۳۷۸	۱۰۱۶/۱۷	۴/۸۶۱	۱۵/۲۸
۱۳۷۹	۱۱۱۵/۰۹	۵/۰۲۷	۱۵/۹۷
۱۳۸۰	۱۴۱۰/۳۱	۵/۱۲۴	۱۶/۱۸
۱۳۸۱	۲۰۳۷/۸۴	۵/۴۲۰	۱۸/۲۰
۱۳۸۲	۲۱۱۶/۲۲	۵/۷۰۱	۱۸/۷۷

*: P_t با توجه به تعرفهٔ هر پالس در مکالمات تلفنی شهری و سایر هزینه‌ها مانند آبونمان ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج پیش‌بینی مدل کاب- داگلاس برای میزان واگذاری تلفن ثابت در سالهای ۸۸- ۱۳۸۳

سال	میزان واگذاری (هزار خط)
۱۳۸۳	۲۵۵۴/۰۱
۱۳۸۴	۳۰۰۵/۳۴
۱۳۸۵	۳۵۱۴/۲۴
۱۳۸۶	۴۰۸۵/۵۴
۱۳۸۷	۴۷۲۴/۲۹
۱۳۸۸	۵۴۳۵/۷۴
مجموع در برنامهٔ چهارم توسعه (۸۸-۱۳۸۴)	**۲۳۳۱۹/۱۶**

میزان تقاضا (Q_t) را چنین براورد می‌کند[۱۷]:

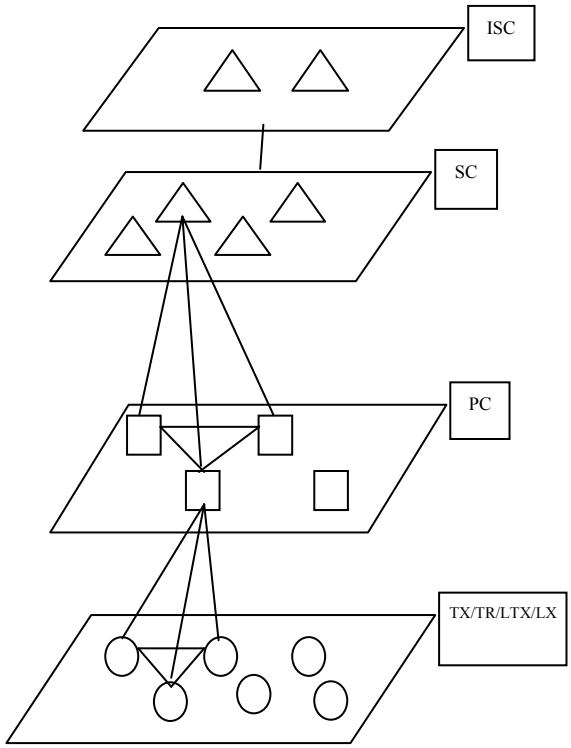
$$Q_t = AY_t^{\alpha}P_t^{\beta} \qquad (۱)$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود A، α و β پارامترهای این مدل هستند. با فرض $\ln(Q_t)=q_t$، $\ln(A)=a$، $\ln(Y_t)=y_t$ و $\ln(P_t)=p_t$، و به‌کارگیری روش OLS[۱۴] برای تخمین پارامترهای a، α و β، در نهایت باید دستگاه معادلات (۲) حل شده تا سه پارامتر مذکور تعیین شوند[۱۷]:

$$\begin{cases} Ta + (\sum_{t=1}^{T} y_t)\alpha + (\sum_{t=1}^{T} p_t)\beta = \sum_{t=1}^{T} q_t \\ (\sum_{t=1}^{T} y_t)a + (\sum_{t=1}^{T} y_t^2)\alpha + (\sum_{t=1}^{T} p_t y_t)\beta = \sum_{t=1}^{T} q_t y_t \\ (\sum_{t=1}^{T} p_t)a + (\sum_{t=1}^{T} p_t y_t)\alpha + (\sum_{t=1}^{T} p_t^2)\beta = \sum_{t=1}^{T} p_t q_t \end{cases} \qquad (۲)$$

لازم به ذکر است که در راستای تخمین تقاضا در سالهای آتی، داده‌های مربوط به سالهای ۸۲-۱۳۷۷ $(1 \le t \le T = 6)$ برای پارامترهای تقاضا، Y_t و P_t، در جدول (۱) آورده شده است[۱۸ و ۱۹].

با حل دستگاه معادلات (۲) و تعیین مقادیر پارامترهای مدل، نتایج پیش‌بینی میزان واگذاری برای سالهای ۸۸-۱۳۸۳ به صورت ارائه‌شده در جدول (۲) خواهد بود. نکتهٔ قابل توجه اینکه پیش‌بینی مدل برای سال ۱۳۸۳ با میزان واگذاری تحقق یافته در سال ۱۳۸۳ (که ۲/۴۵۹ میلیون خط بوده) مطابقت قابل قبولی دارد. به‌همین ترتیب با تحقق مقادیر واگذاری مذکور در جدول (۲)، ضریب نفوذ تلفن ثابت در کشور تا پایان برنامه به ۵۶/۶ درصد می‌رسد که با ضریب نفوذ هدف حداقل ۵۰



شکل۱- ساختار سلسله مراتبی شبکهٔ تلفنی ثابت کشور

درصدی مذکور در سند برنامهٔ چهارم توسعهٔ کشور نیز همخوانی دارد[۲۰ و۲۱].

براین‌اساس در ادامه، توزیع واگذاری مربوط در سطح استانها و شهرستانهای کشور با توجه به آمار لیست انتظار و نیز پیشینهٔ روال واگذاری در برنامهٔ سوم توسعه انجام شده و به عنوان داده‌های ورودی طراحی شبکه مورد استفاده قرار گرفته است[۲۲].

۳- طرح شبکهٔ سوییچینگ تلفنی ثابت در بازهٔ زمانی برنامه

شبکهٔ مخابرات کشور با توجه به وضعیت جغرافیایی و تراکم جمعیتی در نقاط مختلف، به هشت ناحیهٔ مخابراتی تقسیم شده است که در هریک از این نواحی، مراکز اصلی شبکهٔ بین‌شهری (که SC[15] نامیده می‌شوند و در شهرهای بابل، تهران، اصفهان، تبریز، مشهد، اهواز، شیراز و همدان قرار دارند) و نیز سایر نقاط بین‌شهری (که PC نامیده می‌شوند) در ۸۴ نقطه نصب شده‌اند. شایان ذکر است که با توجه به لزوم حفظ ضرایب امنیتی درمقابل حوادث و نیز پیش‌بینی ظرفیتهای بالا، مراکز SC به‌صورت دوگانه‌اند. به‌عبارت دیگر در مجموع ۱۰۰ نقطهٔ فیزیکی و یا ۹۲ نقطهٔ شبکه‌ای به عنوان نقاط بین‌شهری تعیین شده است. به منظور شناسایی مشترکین تحت پوشش هر یک از نقاط بین‌شهری،۹۲ کد بین‌شهری درنظر گرفته شده است. همچنین برای ارتباط بین‌الملل مشترکین، در حال حاضر دو مرکز به عنوان ISC[17] در شبکه قرارگرفته است. بدین‌ترتیب شبکهٔ مخابرات کشور، از چهار لایه شامل" مراکز بین‌الملل"، "مراکز بین‌شهری SC"، "مراکز بین‌شهری PC" و" مراکز محلی/LX[18]، انتهایی/TX[19] و ترانزیت شهری/TR[20]" تشکیل شده، که ساختار کلی این شبکه نیز در شکل (۱) نشان داده شده است. در شکل(۲) نیز اطلاعات مراکز SC و PC بر روی نقشهٔ کشور آورده شده است.

در این بخش با هدف ارائهٔ طرح کلی شبکهٔ سوییچینگ تلفنی ثابت کشور در برنامهٔ چهارم توسعه، نخست الگوریتم تعیین میزان تأسیس و توسعهٔ مراکز ارائه و به دنبال آن تعداد پورت مورد نیاز مراکز محلی و ترانزیت تعیین خواهد شد. سپس تخمین ترافیک بین‌شهری ارائه و بر آن اساس تعداد ترانک مورد نیاز در مراکز SC وPC براورد می‌شود. در ادامه نیز با مطرح‌کردن سناریوی "طرح شبکه با ملاحظات گذار به NGN" به عنوان سناریوی دوم، تخمینهای مذکور تجدید خواهند شد.

۳-۱- الگوی تأسیس و توسعهٔ مراکز

در این مقاله سهم تأسیس مراکز جدید و توسعهٔ مراکز موجود با توجه به طرح شرکت مخابرات ایران در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعه، که بر اساس وضعیت مراکز سوییچ هر استان (از لحاظ امکان توسعهٔ ظرفیت و یا لزوم تأسیس مراکز جدید) در ابتدای برنامه (سال۱۳۸۴) تهیه شده، در قالب جدول (۳) درنظرگرفته شده است[۲۳].

البته لازم به یاداوری است که تأسیس/ توسعه در قالب ظرفیتهای نامی (از ۱۲۸ تا ۸۰ هزار شماره) انجام خواهد شد.

شکل ۲- موقعیت جغرافیایی مراکزSC و PC در کشور

جدول ۳- پیش‌بینی سهم تأسیس و توسعهٔ مراکز تلفنی در برنامهٔ چهارم توسعهٔ کشور در سطح استان‌ها

نام استان	سهم تأسیس (درصد)	سهم توسعه (درصد)	نام استان	سهم تأسیس (درصد)	سهم توسعه (درصد)
آذربایجان شرقی	۳۰/۲	۶۹/۸	قزوین	۱۶/۳	۸۳/۷
آذربایجان غربی	۳۰/۲	۶۹/۸	قم	۲۰/۶	۷۹/۴
اردبیل	۳۳/۶	۶۶/۴	کردستان	۲۴/۶	۷۵/۴
اصفهان	۲۷/۷	۷۲/۳	کرمان	۲۸/۶	۷۱/۴
ایلام	۳۳/۷	۶۶/۳	کرمانشاه	۲۵/۶	۷۴/۴
بوشهر	۳۷/۷	۶۲/۳	کهگیلویه‌وبویراحمد	۲۵/۶	۷۴/۴
تهران	۳۰/۲	۶۹/۸	گلستان	۱۰/۶	۸۹/۴
چهارمحال‌وبختیاری	۵۴/۰	۴۶/۰	گیلان	۲۳/۸	۷۶/۲
خراسان(رضوی، شمالی و جنوبی)	۳۵/۰	۶۵/۰	لرستان	۱۶/۸	۸۳/۲
خوزستان	۳۰/۲	۶۹/۸	مازندران	۴۱/۴	۵۸/۶
زنجان	۴۹/۵	۵۰/۵	مرکزی	۳۷/۹	۶۲/۱
سمنان	۲۹/۴	۷۰/۶	هرمزگان	۳۵/۵	۶۴/۵
سیستان‌وبلوچستان	۲۳/۳	۷۶/۷	همدان	۳۲/۶	۶۷/۴
فارس	۲۱/۱	۷۸/۹	یزد	۲۸/۶	۷۱/۴

در این راستا، الگوریتم تعیین ظرفیت تأسیس مراکز جدید در قالب گامهای زیر قابل بیان است:

الف) تعیین ظرفیت تأسیس در هر شهرستان (در طرح توسعه) با توجه به اطلاعات مشابه ارائه‌شده در جدول (۳) برای شهرستانها.

ب) تعیین وضعیت مراکز موجود در ابتدای برنامه برای هر شهرستان به تفکیک ظرفیتهای استاندارد.

ج) تعیین ضریب تأسیس (r_i) بر اساس معادلهٔ (۳):

$$r_i = \frac{\text{ظرفیت تأسیس}}{\text{کل ظرفیت منصوبهٔ موجود}} \qquad (۳)$$

در مرحلهٔ اول از محاسبات تأسیس مراکز، جزء صحیح حاصل‌ضرب r_i، در تعداد هرکدام از ظرفیتهای موجود (Cntr) را به عنوان تعداد مراکز تأسیس‌شده از آن نوع ظرفیت محسوب کرده و بخشهای اعشاری را در ظرفیتهای مربوط (Cn های موجود) ضرب کرده و مجموع این حاصل‌ضربها (یا مجموع ظرفیتهای باقیمانده از مرحلهٔ اول محاسبات تأسیس، که با Remi نشان داده شده است) محاسبه می‌شود:

$$Remi= SUM\ (((Cntr\times r_i)-(\ [Cntr\times r_i]\ ))\times C_n) \qquad (۴)$$

از Remi برای مرحلهٔ دوم محاسبات تأسیس استفاده می‌شود.

د) مجموع باقیمانده‌ها را به‌ترتیب بر بالاترین ظرفیت استاندارد تا پایینترین ظرفیت استاندارد تقسیم کرده و زمانی که خارج‌قسمت بزرگتر یا مساوی یک شد، جزءصحیح خارج‌قسمت را به‌عنوان تعداد مراکز لازم برای تأسیس از آن ظرفیت درنظرگرفته و باقیماندهٔ تقسیم برای ادامهٔ الگوریتم (تقسیم باقیمانده بر ظرفیت استاندارد بعدی) استفاده می‌شود. به‌همین ترتیب برای تعیین ظرفیت توسعه، ضریب توسعه (e_i) در هر شهرستان براساس معادلهٔ (۵) محاسبه شده و ظرفیت نهایی مرکز پس از توسعه، از حاصل‌ضرب " ظرفیت موجود مرکز" در"$(1+e_i)$" تعیین می‌شود:

$$e_i = \frac{\text{درصد توسعه} \times \text{تعداد افزایش تلفنهای شهرستان}}{\text{کل ظرفیت منصوبهٔ موجود}} \qquad (۵)$$

۳-۲- تعیین تعداد پورت مورد نیاز مراکز LX و TX در طرح توسعه

با توجه به اطلاعات ارائه‌شده در بخش دوم این مقاله، تعداد خطوط مشترکین[۲۱] به تفکیک استانها وشهرستانهای کشور قابل تعیین است. درضمن اگر تعداد کانالهای ارتباط بین‌شهری[۲۲] مراکز را ۲۰ درصد تعداد خطوط مشترکین درنظر بگیریم (به‌عنوان یک معیار تجربی)، آنگاه آمار تعداد "خطوط مشترکین"، "ترانک" و "پورت" مورد نیاز در طرح توسعه به‌صورت ارائه‌شده در جدول (۴) خواهد بود.

۳-۳- تخمین ترافیک بین‌شهری در طرح توسعه

بدیهی است که افزایش تعداد مشترکین تلفن ثابت در برنامهٔ چهارم توسعه، حجم ترافیک بین‌شهری را نیز افزایش داده و لذا ظرفیت سوییچهای SC و PC کشور نیز باید افزایش یابد. در این راستا، باید کل ترافیک ورودی به / خروجی از هر نقطهٔ بین‌شهری بر حسب ارلانگ (E)[۲۳] محاسبه شود و بدین‌منظور اندازه‌گیریهای مختلف شبکه مورد بررسی قرارگرفته و میانگین نتایج برای سالهای ۱۳۷۷ و ۱۳۸۲ به‌ازای هر مشترک (برحسب میلی‌ارلانگ) برای ظرفیتهای مختلف مراکز در شکل (۳) آورده شده است.

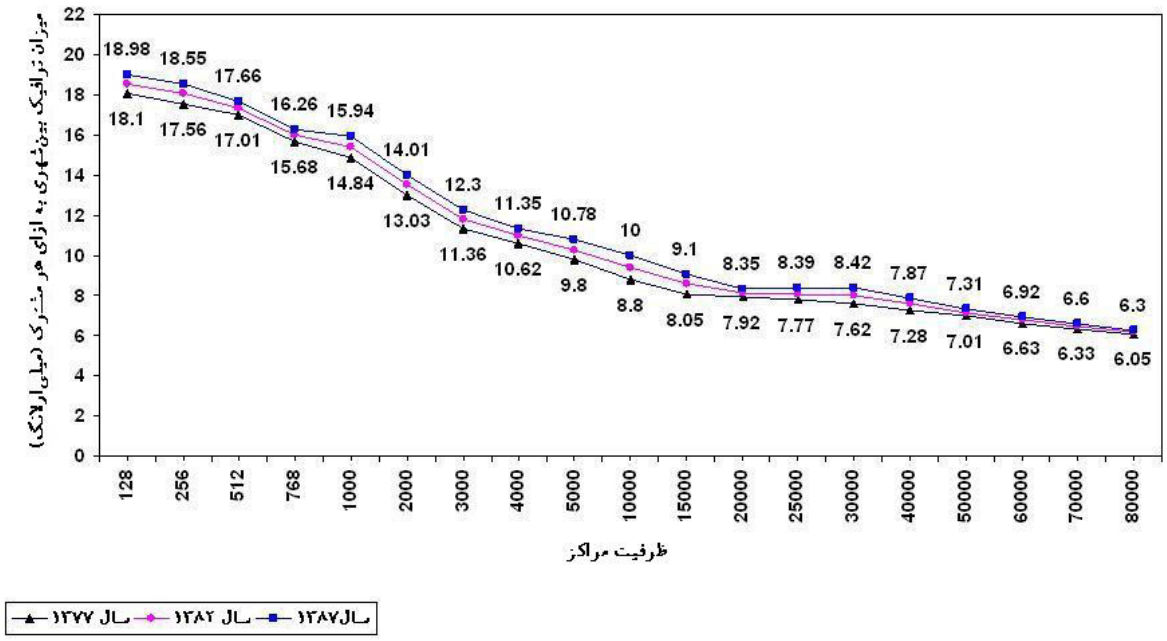
از آنجا که در طول سالهای ۸۲-۱۳۷۷، ترافیک در شبکهٔ بین‌شهری از ۱/۹ تا ۶/۲ درصد، در مناطق مختلف رشد داشته، با به‌کارگیری همین ضرایب رشد، نمودار ترافیک بین‌شهری مراکز با ظرفیتهای استاندارد نیز تا پایان سال ۱۳۸۷ تخمین زده شده و در شکل (۳) آورده شده است.

بدین‌ترتیب با مشخص‌شدن تخمین کل ترافیک بین‌شهری مراکز سوییچ کشور در پایان برنامهٔ چهارم توسعه، می‌توان کل ترافیک (ورودی و خروجی) نقاط SC و PC از سمت مراکز LX و TX را تعیین کرد. در این مورد به‌عنوان نمونه، وضعیت ترافیکی نقاط SC و PC ناحیهٔ "۱" مخابراتی کشور در جدول (۵) آورده شده است.

البته در این مورد باید ترافیک بین‌شهری مربوط به مشترکین شبکهٔ تلفنی همراه را نیز درنظر گرفت. گزارشهای ترافیک‌سنجی

جدول ۴- تخمین تعداد خطوط مشترکین، ترانک و پورت مورد نیاز در برنامهٔ چهارم توسعه به تفکیک استانهای کشور

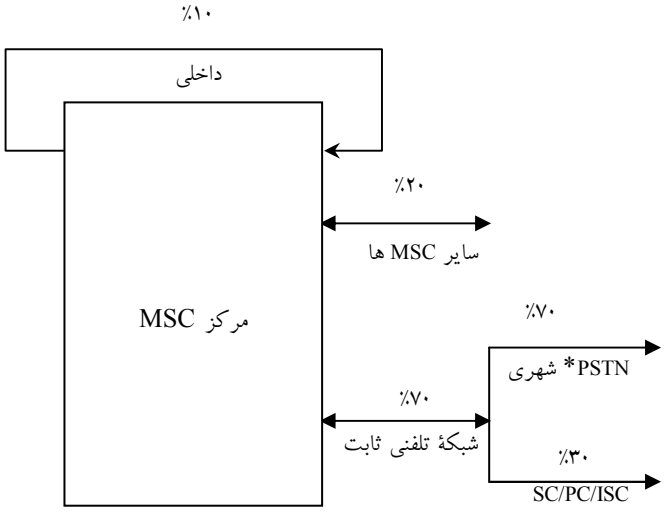
نام استان	تعداد خطوط (هزار)			نام استان	تعداد خطوط (هزار)		
	مشترکین	ترانک	پورت		مشترکین	ترانک	پورت
آذربایجان شرقی	۱۴۵۶/۲۷	۲۹۱/۲۵	۱۷۴۷/۵۲	قزوین	۳۸۵/۳۹	۷۷/۰۸	۴۶۲/۴۷
آذربایجان غربی	۷۲۷/۴۶	۱۴۵/۴۹	۸۷۲/۹۵	قم	۳۹۱/۵۵	۷۸/۳۱	۴۶۹/۸۶
اردبیل	۲۵۷/۱۳	۵۱/۴۳	۳۰۸/۵۶	کردستان	۳۵۹/۸۰	۷۱/۹۶	۴۳۱/۷۶
اصفهان	۱۸۷۴/۸۱	۳۷۴/۹۶	۲۲۴۹/۷۷	کرمان	۶۶۰/۲۲	۱۳۲/۰۴	۷۹۲/۲۶
ایلام	۱۴۴/۳۳	۲۸/۸۷	۱۷۳/۲۰	کرمانشاه	۵۷۹/۵۹	۱۱۵/۹۲	۶۹۵/۵۱
بوشهر	۳۰۵/۷۴	۶۱/۱۵	۳۶۶/۸۹	کهگیلویه‌وبویراحمد	۱۳۶/۵۵	۲۷/۳۱	۱۶۳/۸۶
تهران	۵۶۹۲/۵۳	۱۱۳۸/۵۱	۶۸۳۱/۰۴	گلستان	۴۵۹/۸۷	۹۱/۹۷	۵۵۱/۸۴
چهارمحال‌وبختیاری	۲۷۹/۴۸	۵۵/۹۰	۳۳۵/۳۸	گیلان	۸۱۶/۹۲	۱۶۳/۳۸	۹۸۰/۳۰
خراسان(رضوی، شمالی و جنوبی)	۱۸۹۸/۳۸	۳۷۹/۶۸	۲۲۷۸/۰۶	لرستان	۳۷۶/۵۱	۷۵/۳۰	۴۵۱/۸۱
خوزستان	۱۱۱۹/۰۳	۲۲۳/۸۱	۱۳۴۲/۸۴	مازندران	۱۲۴۶/۷۶	۲۴۹/۳۵	۱۴۹۶/۱۱
زنجان	۲۹۲/۳۷	۵۸/۴۷	۳۵۰/۸۴	مرکزی	۴۵۶/۵۷	۹۱/۳۱	۵۴۷/۸۸
سمنان	۲۵۷/۶۱	۵۱/۵۲	۳۰۹/۱۳	هرمزگان	۳۵۶/۲۵	۷۱/۲۵	۴۲۷/۵۰
سیستان‌وبلوچستان	۳۶۳/۸۳	۷۲/۷۶	۴۳۶/۵۹	همدان	۵۳۷/۳۳	۱۰۷/۴۷	۶۴۴/۸۰
فارس	۱۳۶۲/۲۰	۲۷۲/۴۴	۱۶۳۴/۶۴	یزد	۵۲۴/۷۰	۱۰۴/۹۴	۶۲۹/۶۴
مجموع					**۲۳۳۱۹/۲**	**۴۶۶۳/۸**	**۲۷۹۸۳/۰**



شکل ۳- روند تغییرات ترافیک بین‌شهری مراکز با ظرفیتهای مختلف

جدول ۵- تخمین ترافیک ورودی به/ خروجی از شبکهٔ تلفنی ثابت مربوط به مراکز LX و TX درمراکز SC و PC در پایان برنامهٔ چهارم توسعه - ناحیهٔ "۱" مخابراتی (به عنوان نمونه) و کل کشور

نوع مرکز	نام مرکز	کد مرکز / حومه	مجموع ترافیک ورودی به/ خروجی از شبکهٔ تلفنی ثابت (E)
SC	بابل	۱۱۱/۱۱۲	۱۲۰۹۷/۲
PC	آمل	۱۲۱/۱۲۲	۸۴۸۹/۳
PC	قائم‌شهر	۱۲۳/۱۲۴	۷۴۸۲/۶
PC	رشت	۱۳۱/۱۳۲	۱۳۴۴۴/۵
PC	لاهیجان	۱۴۱/۱۴۲	۹۳۶۲/۴
PC	ساری	۱۵۱/۱۵۲	۱۳۶۳۹/۵
PC	گرگان	۱۷۱/۱۷۳	۱۲۱۹۸/۲
PC	گنبد	۱۷۲/۱۷۴	۸۳۰۲/۶
PC	بندرانزلی	۱۸۱/۱۸۲	۹۳۴۹/۶
PC	چالوس	۱۹۱/۱۹۲	۱۳۳۹۰/۳
مجموع مراکز SC و PC (کل ۸ ناحیه)			**۹۰۲۱۰۲/۰**



* : Public Switched Telephony Network

شکل ۴- مدل توزیع ترافیک در MSC

مراکز MSC[۲۴] کشور نشان می‌دهد که مدل توزیع ترافیک در مراکز سوییچ تلفن همراه به صورت ارائه‌شده در شکل (۴) است.

همان‌گونه که از شکل مشخص است، ۲۱ درصد ترافیک شبکهٔ تلفنی همراه مربوط به ترافیک بین MSC و SC/PC/ISC است. لذا با توجه به نحوهٔ توزیع تعداد مشترکین تلفن همراه در شهرستانهای کشور[۲۴] و درنظرگرفتن نقاط اتصال مراکز گیت موبایل به شبکهٔ تلفنی ثابت بین‌شهری به صورت ارائه‌شده در جدول (۶)، مجموع ترافیک بین‌شهری قابل محاسبه خواهد بود[۲۲].

جدول ۶- نقاط اتصال مراکز گیت موبایل به شبکهٔ تلفنی ثابت بین‌شهری

ردیف	محل گیت شبکهٔ موبایل	استانهای تحت پوشش	نوع مرکز بین‌شهری
۱	بابل	مازندران-گلستان	SC
۲	رشت	گیلان	PC
۳	تهران	تهران- سمنان- قزوین- زنجان	SC
۴	اصفهان	اصفهان- قم- چهارمحال‌وبختیاری	SC
۵	کرمان	کرمان	PC
۶	یزد	یزد	PC
۷	تبریز	آذربایجان شرقی- اردبیل	SC
۸	ارومیه	آذربایجان غربی	PC
۹	مشهد	خراسان (رضوی، شمالی و جنوبی)	SC
۱۰	زاهدان	سیستان‌وبلوچستان	PC
۱۱	اهواز	خوزستان- لرستان	SC
۱۲	شیراز	فارس-کهگیلویه‌وبویراحمد	SC
۱۳	بندرعباس	هرمزگان- بوشهر	PC
۱۴	همدان	همدان-کردستان- ایلام-کرمانشاه- مرکزی	SC

بدین‌ترتیب ماتریس ۹۲×۹۲ نقطه‌ای ترافیک بین‌شهری قابل تعیین است. لازم به‌ذکر است که در جریان تهیهٔ این ماتریس، میل ترافیکی بین دو نقطه با نسبت معکوس فاصلهٔ بین دو نقطه درنظرگرفته شده[۲۵] و بدین‌منظور مختصات جغرافیایی محل نصب مراکز SC و PC مورد استفاده قرار گرفته است.

۳-۴- تخمین تعداد ترانک مورد نیاز در مراکز بین‌شهری

برای محاسبهٔ ماتریس کانال، معیارها و پارامترهایی که در ادامه آمده‌اند در طراحی مدنظر قرارگرفته‌اند.

الف) مسیریابی در شبکه به صورت دور- به- نزدیک[۲۵] باشد.

ب) مسیرهای موجود و درحال کار شبکه باید حفظ شوند (به دلیل صرفه‌های اقتصادی).

ج) برخی نقاط، از معیار فاصله تبعیت نکرده و به صورت خاص طراحی شوند.

د) آستانهٔ ایجاد مسیر مستقیم بین نقاط PC هم‌ناحیه، ۱۲ ارلانگ در هر جهت (ورودی/ خروجی) باشد.

ه) آستانهٔ ایجاد مسیر مستقیم بین نقاط PC غیرهم‌ناحیه، ۲۵ ارلانگ در هر جهت (ورودی/ خروجی) باشد.

و) در مسیرهای مستقیم بدون سرریز ترافیک و مسیرهای نهایی، میزان انسداد[۲۶]، ۰/۵ درصد باشد.

ز) در مسیرهای مستقیم با سرریز ترافیک، میزان انسداد، ۱۰ درصد باشد.

در خصوص انتخاب آستانه‌های ایجاد مسیر مستقیم بین نقاط PC نیز شایان ذکر است که با فرض ترافیک ۲۵ ارلانگ و انسداد ۱۰ درصدی، تعداد خطوط مورد نیاز براساس محاسبات ارلانگ B، ۲۸ خواهد بود[۲۶]، لذا باید یک E1 در گروه ترانک درنظرگرفته شود. درصورتی‌که نقاط PC هم‌ناحیه باشند نیز با فرض ترافیک ۱۲ ارلانگ و انسداد ۱۰ درصدی، تعداد خطوط

مورد نیاز ۱۵ خواهد بود[۲۶]، اما با توجه به سهولت و صرفهٔ بیشتر در ایجاد مسیر مستقیم بین نقاط PC هم‌ناحیه (در مقایسه با نقاط PC غیرهم‌ناحیه) و نیز میل ترافیکی بیشتر بین آنها، همین میزان از ترافیک به عنوان آستانه برای ایجاد مسیر مستقیم درنظرگرفته شده است.

در گام اول از محاسبات ترافیک نیز ابتدا تعداد کانالهای بین دو مرکز PC محاسبه شده و در ادامه، محاسبات کانال بین SC با PC غیرهم‌ناحیه و به‌عکس انجام شده و در انتها، محاسبهٔ تعداد کانال برای مسیرهای نهایی صورت پذیرفته است. در ضمن برای تعیین تعداد کانال مورد نیاز برای دسترسی شبکهٔ تلفنی ثابت به شبکهٔ تلفنی همراه و به‌عکس، باید توجه داشت که به دلیل عدم وجود مراکز سوییچ موبایل در برخی از محدوده‌های تحت پوشش PC ، ترافیک مذکور (که براساس مدل ارائه‌شده در شکل (۴)، حدود ۴۹ درصد (۷۰٪ ×۷۰٪) ترافیک شبکهٔ تلفنی همراه است) از طریق مرکز PC ترانزیت شده و به نزدیکترین مرکز سوییچ موبایل هدایت می‌شود. بنابراین با توجه به نحوهٔ توزیع مشترکین شبکهٔ تلفنی همراه در محدودهٔ هر PC، به میزان ۴۹ درصد ترافیک شبکهٔ تلفنی همراه به عنوان حجم ترافیک محلی منظور شده که برای آن، ظرفیت ترانزیتی در مراکز PC پیش‌بینی و به مقادیر مورد نیاز در نقاط PC اضافه شده است.

در نهایت، با توجه به محاسبهٔ ماتریس کانال و محاسبهٔ تعداد پورت مورد نیاز برای دسترسی مشترکین شبکهٔ تلفنی همراه در نقاط تابعهٔ مراکز PC فاقد MSC، و همچنین تعداد پورت مورد نیاز برای دسترسی مراکز محلی و انتهایی و سوییچهای شبکهٔ تلفنی همراه به شبکهٔ بین‌شهری کشور، مجموع تعداد پورت مورد نیاز در مراکز SC و PC تا انتهای برنامهٔ چهارم توسعه در سطح کشور، با فرض توسعهٔ شبکهٔ بین‌شهری به صورت مبتنی بر فناوری مداری- صرف (به‌عنوان سناریوی اول) تعیین شده است. نتایج محاسبات مذکور برای ناحیهٔ "۱" مخابراتی کشور (به‌عنوان نمونه) در جدول (۷) آورده شده است. در این راستا تعداد کانالهای مورد نیاز در مراکز PC فاقد MSC نیز محاسبه و در ستون " تعداد کانال دسترسی به MSC مربوط" از جدول (۷) آورده شده است.

۳-۵- طرح شبکهٔ بین‌شهری در گذار به NGN

در این قسمت به‌عنوان سناریویی دیگر، همبندی[۲۷] شبکهٔ بین‌شهری به صورت تلفیقی از فناوری بسته‌ای و مداری درنظرگرفته شده است[۲۷]. در این طرح در برخی از شهرهای دارای مراکز PC/SC در شبکهٔ بین‌شهری کشور، تجهیزات TGW[۲۸] نصب شده که ترافیک TDM[۲۹] را از طریق لینک‌های E1 دریافت کرده و توسط واسطهای STM-n[۳۰] به مسیریابهای[۳۱] لایه‌های لبه[۳۲] و هسته[۳۳] مربوط در شبکه تحویل می‌دهند.

این طرح بر مبنای محاسبات انجام‌شده در سناریوی اول (طرح شبکهٔ بین‌شهری مبتنی بر فناوری مداری- صرف) و با این فرض که ۵۰ درصد ترافیک توسعهٔ شبکهٔ زیرساخت در قالب شبکهٔ نسل آتی (NGN) حمل شود، ارائه شده است[۲۸ و ۲۹]. در این راستا به‌عنوان نمونه، تخمین تعداد کانال مورد نیاز شبکهٔ بین‌شهری در طرح گذار به NGN (در ناحیهٔ "۱" مخابراتی و کل کشور) در جدول (۸) آورده شده است. لازم به ذکر است که برای استفادهٔ اشتراکی از منابع انتقال، ۵۰ درصد تخمین ترافیک شبکهٔ تلفنی همراه نیز در سناریوی اخیر درنظرگرفته شده است[۲۴].

لذا با توجه به ظرفیت خروجی مراکز، تعداد چهل و دو TGW با واسط STM-n به سمت شبکهٔ MPLS[۳۴]/IP[۳۵] در طرح اخیر درنظرگرفته شده است. براین‌اساس اطلاعات محل استقرار و سیستمهای E1 و STM-n در ورودی و خروجی تجهیزات TGW تعیین شده که به‌عنوان نمونه در جدول (۹) اطلاعات مراکز مربوط در ناحیهٔ "۱" مخابراتی و کل کشور آورده شده است.

براین‌اساس نسبت به تعیین مسیریابهای لایهٔ هسته در شهرهای تهران، اصفهان، تبریز و مشهد و نیز مسیریابهای لایهٔ لبه در شهرهای همدان، رشت، بابل، اهواز، بندرعباس، شیراز و گرگان نیز با ظرفیتهای ۱۰Gbps/۴۰Gbps اقدام شده است.

جدول ۷ – تخمین تعداد کانال مورد نیاز شبکهٔ بین‌شهری در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعه – ناحیهٔ "۱" مخابراتی (به عنوان نمونه) و کل کشور (سناریوی اول)

نام مرکز	ترافیک بین‌شهری مربوط به مراکز LX و TX (E)	ترافیک شهری از شبکهٔ تلفنی همراه (E)	ترافیک بین‌شهری از شبکهٔ تلفنی همراه (E)	تعداد کانال ورودی در سمت شبکهٔ زیرساخت	تعداد کانال خروجی در سمت شبکهٔ زیرساخت	تعداد کانال دسترسی مراکز LX و TX	تعداد کانال دسترسی به MSC مربوط	تعداد کانال ورودی از MSC مربوط	تعداد کل کانال مورد نیاز
بابل	۱۲۰۹۷/۲	۲۱۸۲/۲	۷۴۶۰/۸	۲۷۵۴۰	۲۴۸۷۰	۱۷۱۳۰	۲۳۱۰	۷۵۶۰	۷۹۴۱۰
آمل	۸۴۸۹/۱	۱۵۷۲/۹	–	۵۱۶۰	۵۱۰۰	۱۳۲۳۰	۱۶۸۰	–	۲۵۱۷۰
قائم‌شهر	۷۴۸۲/۷	۲۷۲۷/۳	–	۴۵۰۰	۴۵۰۰	۱۰۶۸۰	۲۸۵۰	–	۲۲۵۳۰
رشت	۱۳۴۴۳/۶	۲۴۲۹/۳	۴۲۶۰/۹	۱۰۲۹۰	۱۰۱۱۰	۱۸۰۹۰	۲۵۲۰	۴۳۸۰	۴۵۳۹۰
لاهیجان	۹۳۶۲/۲	۲۶۳۰/۱	–	۵۶۴۰	۵۷۳۰	۱۳۵۹۰	۲۷۶۰	–	۲۷۷۲۰
ساری	۱۳۶۳۹/۴	۳۳۱۳/۸	–	۸۱۰۰	۸۱۰۰	۲۰۳۱۰	۳۴۲۰	–	۳۹۹۳۰
گرگان	۱۲۱۹۹/۲	۴۴۴۴/۰	–	۷۶۲۰	۷۵۳۰	۱۷۱۳۰	۴۵۳۰	–	۳۶۸۱۰
گنبد	۸۳۰۲/۸	۱۹۶۷/۰	–	۵۳۱۰	۵۳۱۰	۱۲۲۱۰	۲۰۷۰	–	۲۴۹۰۰
بندر انزلی	۹۳۵۰/۰	۳۱۹۴/۳	–	۵۶۱۰	۵۶۷۰	۱۳۶۲۰	۴۵۳۰	–	۲۹۴۳۰
چالوس	۱۳۳۹۰/۶	۳۰۷۶/۶	–	۷۸۶۰	۷۹۰۰	۱۹۵۳۰	۳۱۸۰	–	۳۸۴۷۰
مجموع مراکز SC و PC (در کل ۸ ناحیه)	۹۰۵۸۶۶/۱	۳۵۴۱۵۹/۷	۲۳۱۵۶۲/۹	۷۵۱۸۳۰	۷۵۱۸۳۰	۱۲۳۵۸۸۰	۳۶۴۹۲۰	۲۳۳۰۷۰	۳۳۳۷۵۳۰

جدول ۸- تخمین تعداد کانال مورد نیاز شبکهٔ بین‌شهری در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعه- ناحیهٔ "۱" مخابراتی (به عنوان نمونه) و کل کشور (سناریوی دوم)

نام مرکز	تعداد کانال ورودی	تعداد کانال خروجی	تعداد کانال دسترسی مراکز LX و TX	تعداد کانال دسترسی به شبکهٔ تلفنی همراه	تعداد کل کانال مورد نیاز
بابل	۲۴۵۱۰	۲۳۴۰۰	۸۵۸۰	۴۹۲۰	۶۱۴۱۰
آمل	۴۲۰۰	۴۱۱۰	۶۶۳۰	۸۴۰	۱۵۷۸۰
قائم‌شهر	۳۰۰۰	۳۰۳۰	۵۳۴۰	۱۴۴۰	۱۲۸۱۰
رشت	۸۴۹۰	۸۲۸۰	۹۰۳۰	۳۴۵۰	۲۹۲۵۰
لاهیجان	۴۳۲۰	۴۱۴۰	۶۷۸۰	۱۳۸۰	۱۶۶۲۰
ساری	۵۵۸۰	۵۴۰۰	۱۰۱۷۰	۱۷۱۰	۲۲۸۶۰
گرگان	۵۷۳۰	۵۷۰۰	۸۵۸۰	۲۲۸۰	۲۲۲۹۰
گنبد	۳۶۶۰	۳۶۰۰	۶۰۹۰	۱۰۵۰	۱۴۴۰۰
بندرانزلی	۴۰۲۰	۳۹۳۰	۶۸۱۰	۲۲۸۰	۱۷۰۴۰
چالوس	۵۲۵۰	۵۰۳۰	۹۷۸۰	۱۵۹۰	۲۱۶۵۰
مجموع مراکز در کل کشور	**۵۹۷۷۵۰**	**۵۹۷۷۵۰**	**۶۱۷۹۴۰**	**۲۹۹۰۱۰**	**۲۱۱۲۴۵۰**

جدول ۹- محل استقرار و تجهیزات مورد نیاز TGW دربازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعه- ناحیهٔ "۱" مخابراتی (به عنوان نمونه) و کل کشور (سناریوی دوم)

محل مرکز بین‌شهری	نام استان مربوط	تعداد سیستم E1 ورودی مورد نیاز	تعداد سیستم خروجی مورد نیاز		
			STM1	STM4	STM16
بابل	مازندران	۱۸۰۰	۲	۲	–
چالوس	مازندران	۲۳۴	۲	–	–
ساری	مازندران	۲۲۴	۲	–	–
بندرانزلی	گیلان	۱۸۶	۲	–	–
رشت	گیلان	۵۹۰	۳	۱	–
لاهیجان	گیلان	۱۵۳	۲	–	–
گرگان	گلستان	۱۹۸	۳	–	–
گنبد	گلستان	۱۴۷	۲	–	–
مجموع مراکز در کل کشور		**۳۵۰۱۶**	**۹۱**	**۲۲**	**۳**

جدول ۱۰- میزان سرمایه‌گذاری لازم در بخش تجهیزات سوییچ برای تأسیس و توسعهٔ پورت در مراکز محلی و ترانزیت در برنامهٔ چهارم توسعهٔ کشور- سناریوی اول

نوع مرکز	تأسیس		توسعه	
	تعداد پورت (هزار)	هزینه (میلیارد ریال)	تعداد پورت (هزار)	هزینه (میلیارد ریال)
محلی (شهری و انتهایی)	۸۳۵۰/۱	۱۹۸۷/۳۲	۱۹۶۳۲/۹	۳۷۳۸/۱۰
ترانزیت بین‌شهری*	۵۸۱/۲	۹۶/۴۸	۱۴۴۴/۸	۱۹۱/۸۷
مجموع	۸۹۳۱/۳	۲۰۸۳/۸۰	۲۱۰۷۷/۷	۳۹۲۹/۹۷

* : تا زمان تدوین این مقاله، ۱/۳۱۲ میلیون پورت در شبکهٔ بین‌شهری موجود بوده است، لذا به میزان ۲/۰۲۶ = ۱/۳۱۲-۳/۳۳۸ (مندرج در جدول ۷) میلیون پورت سوییچ در شبکهٔ بین‌شهری با تأسیس/توسعهٔ مراکز (در سناریوی اول از طرح توسعه در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعه) نیاز خواهد بود.

۴- براورد تجهیزات سوییچ مورد نیاز و هزینهٔ سرمایه‌گذاری مربوط

در این بخش با هدف تخمین حجم سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات بخش سوییچ شبکهٔ تلفنی ثابت کشور در قالب دو سناریوی مطرح‌شده در این مقاله، نوع و حجم تجهیزات و بازار مربوط تعیین خواهد شد.

براساس اطلاعات مربوط به آخرین خریدهای انجام‌شده در کشور برای تجهیزات سوییچ، به‌منظور تأسیس هر پورت در مراکز شهری، میانگین ۲۳۸/۰ هزار ریال و برای توسعهٔ هر پورت در مراکز شهری موجود، میانگین ۱۹۰/۴ هزار ریال هزینه شده است. این ارقام برای مراکز ترانزیت بین‌شهری نیز به ترتیب ۱۶۶/۰ هزار ریال و ۱۳۲/۸ هزار ریال بوده است[۳۰]. لذا میزان سرمایه‌گذاری لازم در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعه برای تجهیزات بخش سوییچ شبکهٔ تلفنی ثابت کشور در قالب سناریوی اول، ۶۰۱۳/۷۷ میلیارد ریال با جزییات ارائه‌شده در جدول (۱۰) براورد می‌شود.

در خصوص تجهیزات مورد نیاز در سناریوی دوم نیز می‌دانیم که برای کنترل مراکز TGW، مسیردهی و برقراری مکالمات به صورت انتها به انتها در شبکهٔ NGN ، نیاز به سافت‌سوییچ[۳۶] است. پارامتر تعیین‌کنندهٔ ظرفیت تجهیزات سافت‌سوییچ نیز میزان BHCA[۳۷] مکالمات هدایت‌شده به سمت شبکهٔ زیرساخت است. در این مورد با درنظرگرفتن میانگین زمان اشغال (MHT)[۳۸] ۹۰ ثانیه‌ای و ضریب اشغال ۰/۸ (ارلانگ) برای هر کانال و نیز مجموع ۱/۰۷۹ میلیون کانال ورودی به مراکز TGW، میزان ترافیک ورودی به شبکهٔ NGN معادل ۸۶۳/۵۵ هزار ارلانگ و BHCA مربوط ۳۴/۵۴۲ میلیون خواهد بود.

با توجه به BHCA محاسبه‌شده، تعداد گره‌های سافت‌سوییچ مورد نیاز براساس تجهیزات موجود در بازار تعیین می‌شود. مسیریاب، MGW[۳۹] و SGW[۴۰] از نمونه تجهیزات دیگر لازم برای برپایی شبکهٔ سوییچینگ بسته‌ای مبتنی بر NGN هستند.

نکات زیر در تخمین هزینهٔ سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات بخش سوییچ در سناریوی دوم درنظرگرفته شده‌اند:

الف) در بخش تأسیس و توسعهٔ مراکز سوییچ شهری، تفاوتی با سناریوی اول وجود ندارد.

ب) با توجه به این‌که ۵۰ درصد از ظرفیت ورودی به مراکز SC و PC کشور به شبکهٔ سوییچینگ بسته‌ای هدایت خواهد شد، لذا تعداد پورت مورد نیاز در مراکز سوییچ بین‌شهری ۲/۱۱۲ میلیون پورت خواهد بود که با توجه به ظرفیت منصوبه در این بخش، افزایش ظرفیت می‌تواند در قالب توسعهٔ سوییچهای موجود به میزان ۸۰۰ هزار شماره باشد.

براین‌اساس میزان سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات سوییچ در توسعهٔ شبکهٔ تلفنی بین‌شهری با فناوری بسته‌ای و

جدول ۱۱- سهم هزینه‌ها در توسعهٔ شبکهٔ سوییچینگ بین‌شهری با فناوری بسته‌ای و مبتنی برNGN در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعهٔ کشور

نوع تجهیزات	سهم هزینه‌ای (درصد)	هزینهٔ سرمایه‌گذاری لازم (میلیارد ریال)
تجهیزات شبکهٔ NGN	۸۴/۳۰	۴۲۰/۱۷
تجهیزات یدکی	۲/۴۰	۱۱/۹۶
DDF* و ODF**	۰/۱۶	۰/۸۰
آزمونگر	۰/۳۱	۱/۵۵
کابل و فیبر	۱/۵۰	۷/۴۸
***OAM	۱۰/۷۵	۵۳/۵۸
نیرو	۰/۵۸	۲/۸۹
مجموع	**۱۰۰**	**۴۹۸/۴۳**

* : Digital Distribution Frame ** : Optical Distribution Frame *** : Operation and Maintenance

مبتنی بر NGN در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعه، ۴۹۸/۴۳ میلیارد ریال (با تفکیک سهم هزینه‌ای ارائه‌شده در جدول ۱۱) براورد می‌شود.

بدین‌ترتیب میزان کل سرمایه‌گذاری برای تجهیزات سوییچ در توسعهٔ شبکهٔ تلفنی ثابت کشور در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم در قالب سناریوی دوم، به میزان ۵۷۲۵/۴۲ میلیارد ریال در بخش سوییچهای محلی، ۱۰۶/۲۴ میلیارد ریال در بخش سوییچهای بین‌شهری با فناوری مداری و ۴۹۸/۴۳ میلیارد ریال در بخش سوییچ‌های بین‌شهری با فناوری بسته‌ای خواهد بود، که در مجموع بالغ بر ۶۳۳۰ میلیارد ریال براورد می‌شود.

لازم به یاداوری است که براوردهای ارائه‌شده در این مقاله، برای تجهیزات سوییچ شبکهٔ تلفنی ثابت بوده و هزینه‌های بخش دسترسی (به روشهای کابل‌زوجی، بی‌سیم یا نوری)، تهیهٔ ساختمان و سایر ملزومات برای برپایی شبکهٔ تلفنی ثابت را شامل نمی‌شود. درخصوص هزینه‌های بخش دسترسی به شبکهٔ تلفنی ثابت، نتایج مطالعات گزارش‌شده در مرجع[۳۱] حاکی است که اگر سهم مدلهای دسترسی به شبکهٔ تلفنی ثابت در کشور به سه روش "کابل‌زوجی"، "بی‌سیم" و" نوری" به‌ترتیب ۴۰، ۲۵ و۳۵ درصد باشد، آن‌گاه هزینهٔ سرمایه‌گذاری برای بخش دسترسی به شبکهٔ تلفنی ثابت، ۲/۳۳ برابر هزینهٔ سرمایه‌گذاری برای بخش تجهیزات سوییچ این شبکه خواهد بود.

در مورد هزینهٔ تهیهٔ ساختمان و سهم آن در مقایسه با هزینهٔ سرمایه‌گذاری برای تجهیزات سوییچ در برپایی شبکهٔ تلفنی ثابت نیز باید گفت که هزینهٔ تهیهٔ ساختمان وابستگی زیادی به ظرفیت و موقعیت جغرافیایی مرکز سوییچ (با توجه به قیمت زمین در مناطق مختلف) دارد. مع‌الوصف با توجه به ابعاد فیزیکی مراکز سوییچ جدید، میانگین هزینهٔ "تهیهٔ ساختمان"، ۱۵/۵ درصد هزینهٔ سرمایه‌گذاری برای تجهیزات سوییچ براورد می‌شود[۳۰].

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله با به‌کارگیری مدل کاب- داگلاس، براورد تعداد متقاضیان سرویس تلفنی ثابت در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعهٔ کشور (سالهای ۸۸-۱۳۸۴) به میزان قریب به ۲۳/۳۲ میلیون مشترک انجام و به‌دنبال آن با هدف تخمین هزینهٔ سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات سوییچ در شبکهٔ تلفنی ثابت در بازهٔ زمانی برنامه، طرح شبکهٔ مذکور در قالب دو سناریو (یکی براساس توسعهٔ مبتنی بر "فناوری مداری- صرف" و دیگری براساس توسعهٔ مبتنی بر "تلفیق فناوری مداری و

بسته‌ای" و درنظرگرفتن ملاحظات گذار به NGN) ارائه شد. در این راستا، ضمن توزیع تقاضا در سطح استانها، شهرستانها و شهرهای کشور، الگویی برای تأسیس مراکز جدید و توسعهٔ مراکز موجود ارائه شد. سپس تخمین تعداد پورت‌های مورد نیاز به میزان بالغ بر ۲۷/۹۸ میلیون پورت انجام و براوردی از کل ترافیک بین‌شهری مراکز کشور (مشتمل بر ترافیک ورودی و خروجی نقاط SC و PC از سمت مراکز LX و TX و نیز ترافیک مربوط به مشترکین شبکهٔ تلفنی همراه) ارائه شد. پس از تعیین ماتریس ۹۲×۹۲ نقطه‌ای ترافیک، تعداد ترانک‌های مورد نیاز در مراکز بین‌شهری (به تفکیک تعداد کانال‌های ورودی، خروجی، دسترسی مراکز LX و TX و دسترسی به شبکهٔ تلفنی همراه) براورد و محل استقرار و تجهیزات مورد نیاز TGW ها پیشنهاد شد.

در نهایت نیز میزان سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات سوییچ در شبکهٔ تلفنی ثابت کشور در بازهٔ زمانی برنامهٔ چهارم توسعه به تفکیک تأسیس و توسعهٔ مراکز محلی و ترانزیت بین‌شهری و شبکهٔ مبتنی بر NGN در قالب دو سناریو براورد شد.

۶- قدردانی

این مقاله در چارچوب طرح پژوهشی " ارزیابی بازار داخلی صنعت مخابرات" با حمایت وزارت صنایع و معادن- مرکزصنایع نوین و با بهنگام‌سازی نتایج طرح مذکور از طریق طراحی و محاسبات مجدد به منظور براورد تا پایان سال ۱۳۸۸ تدوین شده است. براین‌اساس مؤلفان بر خود لازم می‌دانند که از مسئولین، ناظران طرح وکارشناسان محترم مرکز قدردانی کنند.

واژه‌نامه

1. moving average (MA)
2. exponential smoothing (ES)
3. adaptive smoothing (AS)
4. Box-Jenkins
5. auto-regressive moving average (ARMA)
6. decision science (DS)
7. forecast
8. Cobb-Douglas
9. Bass
10. loglet (Logistic + Wavelet)
11. next generation network (NGN)
12. access
13. gross domestic product (GDP)/Capita
14. ordinary least squares (OLS)
15. secondary center (SC)
16. primary center (PC)
17. international switching Center (ISC)
18. local exchange (LX)
19. terminating exchange (TX)
20. transit exchange (TR)
21. lines
22. trunks
23. erlang (E)
24. mobile switching center (MSC)
25. far-to-near
26. blocking
27. topology
28. trunk gateway (TGW)
29. time division multiplexing (TDM)
30. synchronous transmission module (STM)
31. routers
32. edge
33. core
34. multi-protocol label switching (MPLS)
35. internet protocol (IP)
36. soft switch
37. busy hour call attempt (BHCA)
38. mean holding time (MHT)
39. media gateway (MGW)
40. signaling gateway (SGW)

مراجع

1. Duffy-Deno, K. T., "Demand for Additional Telephone Lines: An Empirical Note," *Information Economics and Policy*, Vol. 13, PP. 283-299, 2001.
2. Hamoudia, M., and Islam, T., "Modeling and Forecasting the Growth of Wireless Messaging," *Telektronikk*, Vol. 4, PP. 64-69, 2004.
3. Forman, C., Goldfarb, A., and Greenstein, S., "Geographic Location and the Diffusion of Internet Technology," *Electronic Commerce Research and Applications*, Vol. 4, PP. 1-13, 2005.
4. Armstrong, J. S., *Long-Range Forecasting, From Crystal Ball to Computer*, John Wiley, 1985.

۲۱. آمار شاخص‌های مخابراتی کل کشور (سال‌های ۸۵-۱۳۷۵)، *دفتر روابط عمومی و امور بین‌الملل شرکت مخابرات ایران*، ۱۳۸۶ (www.irantelecom.ir/pdfs/amar/shakhes_1375_1385.pdf).

۲۲. شیخان م.، کلانتری م. ا.، سبوحی ل.، فتحی م. ر.، عامی مطلق ا. ح.، وزیری م.، فلاح جوشقانی ح. و شمس جی ا.، گزارش "طرح توسعهٔ شبکهٔ سوییچینگ تلفنی شهری و بین‌شهری کشور و براورد بازار تجهیزات مربوط"، *طرح ملی ارزیابی بازار داخلی صنعت مخابرات*، وزارت صنایع و معادن، مرکز صنایع نوین، ۱۳۸۳.

۲۳. گزارش آماری مشترکین و مراکز تلفن ثابت استانها، *دفتر برنامه‌ریزی شرکت مخابرات ایران*، ۱۳۸۴.

۲۴. شیخان م.، کلانتری م. ا.، عباس‌خانی م.، غیناقی م.، طالبی ر. و دارابیگی م.، گزارش "طرح توسعهٔ شبکهٔ تلفنی همراه کشور و براورد بازار تجهیزات مربوط"، *طرح ملی ارزیابی بازار داخلی صنعت مخابرات*، وزارت صنایع و معادن، مرکز صنایع نوین، ۱۳۸۳.

25. Sanso, B. and Soriano, P., *Telecommunications Network Planning*, Kluwer Academic Publishers, 2001.
26. www.erlang.com/calculator/erlb/.
27. www.analysys.com/Articles/Standard Article (*The economic case for next-generation voice*, ITU Telecom World), 2003.
28. Cardone, R. P., et al., "Migrating from Legacy to IP Network Infrastructure," 2005 (www.lucent.com/livelink/).
29. www.cisco.com/en/US/netsol/ns537/networking_solutions_white_paper0900aecd802e2a52.shtml (*Building the carrier-class IP next generation network*), 2005.

۳۰. گزارش اطلاعات مالی شرکتهای تابعه و استانها، *شرکت مخابرات ایران*، ۱۳۸۵.

۳۱. شیخان م. ، کلانتری م. ا.، پوراحمدی و.، صمدی س.، آقاپور ج. و سبوحی ل. ، گزارش" طرح توسعهٔ شبکهٔ دسترسی کشور و براورد بازار تجهیزات مربوط"، *طرح ملی ارزیابی بازار داخلی صنعت مخابرات*، وزارت صنایع و معادن، مرکز صنایع نوین، ۱۳۸۴.

5. Leijon, H., "Basic Forecasting Theories: A brief Introduction," *PLANITU-Doc-60-E*, 2002.
6. www.sciencedownload.com/ Economics/Forecasting/ForecastX, 2002.
7. Powell, A. A., McLaren K. R., Pearson, K. R. and Rimmer, M. T., "Cobb-Douglas Utility-Eventually," *Dept. of Economics and Business Statistics*, 2002 (www.buseco.monash.edu.au/depts/ebs/pubs/wpapers /2002/wp12-02.pdf).
8. Eurescom P.901 Project Report, *Investment Analysis Modelling, Deliverable 2, Annex B (Market Modelling)*, Aug. 2000.
9. Freeman, C., *Diffusion of Technologies and Social Behavior*, N. Nakicenovic & A. Grubler (eds.), Springer-Verlag, 1991.
10. Mahajan, V., Muller, E. and Bass, F. M., "New Product Diffusion Models," in *Marketing*, North-Holland, PP. 349-408, 1993.
11. Meade, N. and Islam, T., "Technological Forecasting-Model Selection, Model Stability and Combining Models," *Management Science*, 44, PP. 1115-1130, 1998.
12. Meade, N. and Islam, T., *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*, Kluwer Academic, PP. 577-595, 2001.
13. Venkatesan, R. and Kumar, V., "A Genetic Algorithm Approach to Growth Phase Forecasting of Wireless Subscribers," *International Journal of Forecasting*, 18, PP. 625-646, 2002.
14. Meyer, P. S., Yung, J. W. and Ausubel, J. H., "A Primer on Logistic Growth and Substitution: The Mathematics of the Loglet Lab Software," *Technological Forecasting and Social Change*, 61(3), PP. 247-271, 1999.
15. Yung, J. W., Meyer, P. S. and Ausubel, J. H., "The Loglet Lab Software: A Tutorial," *Technological Forecasting and Social Change*, 61(3), PP. 273-295, 1999.
16. Eurescom P1117 Project Report, *Future Access Networks (FAN), IP-based access technologies and QoS*, May 2003.
17. Economides, N., "The Economics of Networks," *International Journal of Industrial Organisation*, 14 (6), PP. 673-699, 1996.

۱۸. سالنامه‌های آماری کشور، *مرکز آمار ایران*، ۸۳-۱۳۷۷.

۱۹. آمار مشترکین و تعرفه‌ها، *دفتر برنامه‌ریزی شرکت مخابرات ایران*، ۸۳-۱۳۷۷.

۲۰. قانون برنامهٔ چهارم توسعهٔ اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، *سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی*، ۱۳۸۳ (www.mporg.ir/barnameh4/ghanon-b4-26mehr.pdf).