

برآورد بازار تجهیزات سویچ شبکه 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
دانشکده مهندسی برق، دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی

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

چکیده - در این مقاله با هدف برآورد علمی هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات سویچ در شبکه تلفنی ثابت کشور در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه، مدل کاب- داگلاس به عنوان یکی از روشهای موفق تخمین تقاضا به کار گرفته شده و تعداد متقاضیان سرویس تلفنی ثابت در سالهای آتی برآورد و به دنبال آن با طرح شبکه سویچینگ تلفنی ثابت، تخمینی از حجم تجهیزات سویچ و میزان سرمایه‌گذاری لازم مربوط ارائه شده است. بدین منظور ضمن ارائه الگوی تأسیس و توسعه مراکز، تعداد پورت‌های مورد نیاز مراکز محلی و نیز ترافیک بین‌شهری (با در نظر گرفتن تأثیر مشترکین تلفن همراه) تخمین و به دنبال آن تعداد ترانک‌های مورد نیاز در مراکز بین‌شهری برآورد شده است. در این راستا، دو سناریو برای توسعه شبکه در برنامه مذکور در نظر گرفته 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 ارائه شده توسط سازندگان داخلی و خارجی، میزان سرمایه‌گذاری برای تجهیزات سویچ شبکه مذکور در دو سناریو به ترتیب بالغ بر ۶۰۱۳ میلیارد ریال و ۶۳۳۰ میلیارد ریال برآورد شده است.

واژگان کلیدی: شبکه تلفنی ثابت، تجهیزات سویچ، هزینه 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، برآورد علمی تعداد متقاضیان و نیز بازار بالقوه تجهیزات برای "ارائه دهندگان 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 قرار گرفته 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]. به همین ترتیب برای پیش‌بینی تقاضای محصولات و سرویسها، مدل‌هایی چون کاب-داگلاس^۸ [۲، ۷ و ۸]، باس [۹-۱۳] و لاگلت^{۱۰} [۱۴ و ۱۵] نیز در سالهای اخیر ارائه و به‌کار گرفته شده‌اند. در راستای ارائه 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 دهه اخیر مطرح شده است [۱۶].

براین اساس برآورد تعداد متقاضیان سرویس تلفنی ثابت

دربازه زمانی برنامه چهارم توسعه کشور (سالهای ۸۸-۱۳۸۴) در بخش دوم مقاله انجام خواهد شد. سپس دربخش سوم، طرح شبکه 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 توسعه شبکه در بازه زمانی مذکور در نظر گرفته شده است. در بخش چهارم نیز برآورد حجم تجهیزات سوییچ و نیز هزینه سرمایه‌گذاری لازم مربوط در قالب هر یک از سناریوها ارائه خواهد شد.

۲- برآورد تعداد متقاضیان سرویس تلفنی ثابت در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه

در این مقاله از مدل کاب-داگلاس، که برای تخمین تقاضای یک محصول دو متغیر "درآمد سرانه"^{۱۳} و "هزینه سرویس" را به‌کار می‌گیرد، برای برآورد میزان تقاضای سرویس تلفنی ثابت در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه کشور استفاده شده است. در این مورد فرض کنید که Y_t و P_t به ترتیب "درآمد سرانه" و "هزینه سرویس" در زمان t باشند، مدل کاب-داگلاس

جدول ۱- داده‌های مربوط به متغیرهای مدل کاب- داگلاس برای سرویس تلفنی ثابت در سالهای ۸۲-۱۳۷۷

| سال | تعداد تقاضای برآورده شده (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 تعرفه 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 برنامه چهارم توسعه (۸۸-۱۳۸۴) | ۲۳۳۱۹/۱۶ |

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

$$Q_t = AY_t^\alpha P_t^\beta \quad (1)$$

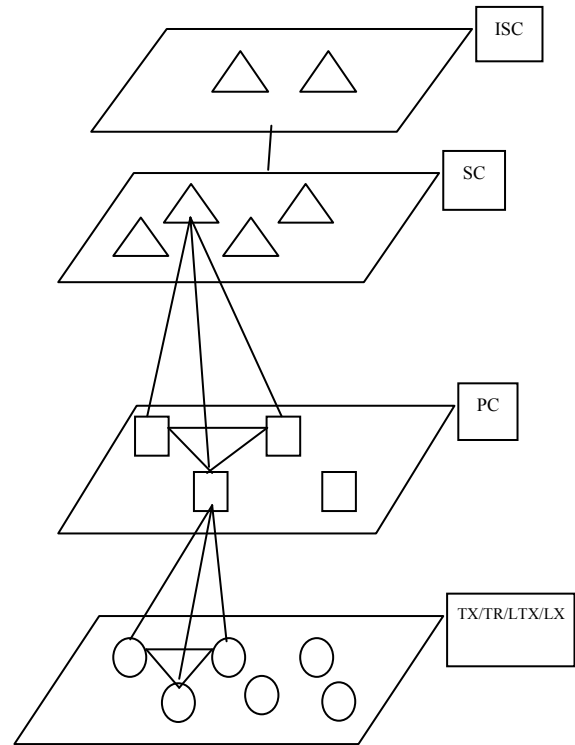
همان‌گونه که مشاهده می‌شود A ، α و β پارامترهای این مدل هستند. با فرض $\ln(Q_t) = q_t$ ، $\ln(A) = a$ ، $\ln(Y_t) = y_t$ ، $\ln(P_t) = p_t$ به کارگیری روش OLS^{۱۴} برای تخمین پارامترهای a ، α و β در نهایت باید دستگاه معادلات (۲) حل شده تا سه پارامتر مذکور تعیین شوند [۱۷]:

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

لازم به ذکر است که در راستای تخمین تقاضا در سالهای آتی، داده‌های مربوط به سالهای ۸۲-۱۳۷۷ ($1 \leq t \leq T = 6$) 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. نکته 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. به همین 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

نصب شده‌اند. شایان ذکر است که با توجه به لزوم حفظ ضرایب امنیتی درمقابل حوادث و نیز پیش‌بینی ظرفیتهای بالا، مراکز SC به صورت دوگانه‌اند. به عبارت دیگر در مجموع ۱۰۰ نقطه فیزیکی و یا ۹۲ نقطه شبکه‌ای به عنوان نقاط بین‌شهری تعیین شده است. به منظور شناسایی مشترکین تحت پوشش هر یک از نقاط بین‌شهری، ۹۲ کد بین‌شهری در نظر گرفته شده است. همچنین برای ارتباط بین‌الملل مشترکین، در حال حاضر دو مرکز به عنوان ISC^{۱۷} در شبکه قرار گرفته است. بدین ترتیب شبکه مخابرات کشور، از چهار لایه شامل "مراکز بین‌الملل"، "مراکز بین‌شهری SC"، "مراکز بین‌شهری PC" و "مراکز محلی LX/LX^{۱۸}، انتهای TX^{۱۹} و ترانزیت شهری/TR^{۲۰}" 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 نقشه کشور آورده شده است.



شکل ۱- ساختار سلسله مراتبی شبکه تلفنی ثابت کشور

در این بخش با هدف ارائه طرح کلی شبکه سویچینگ تلفنی ثابت کشور در برنامه چهارم توسعه، نخست الگوریتم تعیین میزان تأسیس و توسعه 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 و PC برآورد می‌شود. در ادامه نیز با مطرح کردن سناریوی "طرح شبکه با ملاحظات گذار به NGN" به عنوان سناریوی دوم، تخمینهای مذکور تجدید خواهند شد.

۳-۱- الگوی تأسیس و توسعه مراکز

در این مقاله سهم تأسیس مراکز جدید و توسعه مراکز موجود با توجه به طرح شرکت مخابرات ایران در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه، که بر اساس وضعیت مراکز سویچ هر استان (از لحاظ امکان توسعه ظرفیت و یا لزوم تأسیس مراکز جدید) در ابتدای برنامه (سال ۱۳۸۴) تهیه شده، در قالب جدول (۳) در نظر گرفته شده است [۲۳].

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

درصدی مذکور در سند برنامه چهارم توسعه کشور نیز همخوانی دارد [۲۰ و ۲۱].

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

۳- طرح شبکه سویچینگ تلفنی ثابت در بازه زمانی برنامه

شبکه مخابرات کشور با توجه به وضعیت جغرافیایی و تراکم جمعیتی در نقاط مختلف، به هشت ناحیه مخابراتی تقسیم شده است که در هریک از این نواحی، مراکز اصلی شبکه بین‌شهری (که SC^{۱۵} 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



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی مراکز SC و PC در کشور

جدول ۳- پیش‌بینی سهم تأسیس و توسعه مراکز تلفنی در برنامه چهارم توسعه 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 | کهگیلویه و بویراحمد | ۲۵/۶ | ۷۴/۴ |
| تهران | ۳۰/۲ | ۶۹/۸ | گلستان | ۱۰/۶ | ۸۹/۴ |
| چهارمحال و بختیاری | 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 |
| سیستان و بلوچستان | 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 ارائه شده 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 معادله (۳):

$$r_i = \frac{\text{ظرفیت تأسیس}}{\text{کل ظرفیت منصوبه موجود}} \quad (3)$$

در مرحله اول از محاسبات تأسیس مراکز، جزء صحیح حاصل ضرب r_i ، در تعداد هر کدام از ظرفیتهای موجود (Cntr) را به عنوان تعداد مراکز تأسیس شده از آن نوع ظرفیت محسوب کرده و بخشهای اعشاری را در ظرفیتهای مربوط (Cn) های موجود ضرب کرده و مجموع این حاصل ضربها (یا مجموع ظرفیتهای باقیمانده از مرحله اول محاسبات تأسیس، که با Remi نشان داده شده است) محاسبه می شود:

$$\text{Remi} = \text{SUM} (((\text{Cntr} \times r_i) - ([\text{Cntr} \times r_i])) \times C_n) \quad (4)$$

از Remi برای مرحله دوم محاسبات تأسیس استفاده می شود. د) مجموع باقیماندهها را به ترتیب بر بالاترین ظرفیت استاندارد تا پایتترین ظرفیت استاندارد تقسیم کرده و زمانی که خارج قسمت بزرگتر یا مساوی یک شد، جزء صحیح خارج قسمت را به عنوان تعداد مراکز لازم برای تأسیس از آن ظرفیت در نظر گرفته و باقیمانده تقسیم برای ادامه الگوریتم (تقسیم باقیمانده بر ظرفیت استاندارد بعدی) استفاده می شود. به همین ترتیب برای تعیین ظرفیت توسعه، ضریب توسعه (e_i) در هر شهرستان بر اساس معادله (۵) محاسبه شده و ظرفیت نهایی مرکز پس از توسعه، از حاصل ضرب "ظرفیت موجود مرکز" در " $(1+e_i)$ " تعیین می شود:

$$e_i = \frac{\text{درصد توسعه} \times \text{تعداد افزایش تلفنهای شهرستان}}{\text{کل ظرفیت منصوبه موجود}} \quad (5)$$

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

طرح توسعه

با توجه به اطلاعات ارائه شده در بخش دوم این مقاله، تعداد خطوط مشترکین^{۲۱} به تفکیک استانها و شهرستانهای کشور قابل تعیین است. در ضمن اگر تعداد کانالهای ارتباط بین شهری^{۲۲} مراکز را ۲۰ درصد تعداد خطوط مشترکین در نظر بگیریم (به عنوان یک معیار تجربی)، آنگاه آمار تعداد "خطوط مشترکین"، "ترانک" و "پورت" مورد نیاز در طرح توسعه به صورت ارائه شده در جدول (۴) خواهد بود.

۳-۳- تخمین ترافیک بین شهری در طرح توسعه

بدیهی است که افزایش تعداد مشترکین تلفن ثابت در برنامه چهارم توسعه، حجم ترافیک بین شهری را نیز افزایش داده و لذا ظرفیت سویچهای SC و PC کشور نیز باید افزایش یابد. در این راستا، باید کل ترافیک ورودی به / خروجی از هر نقطه بین شهری بر حسب ارلانگ (E)^{۲۳} محاسبه شود و بدین منظور اندازه گیریهای مختلف شبکه مورد بررسی قرار گرفته و میانگین نتایج برای سالهای ۱۳۷۷ و ۱۳۸۲ به ازای هر مشترک (بر حسب میلی ارلانگ) برای ظرفیتهای مختلف مراکز در شکل (۳) آورده شده است.

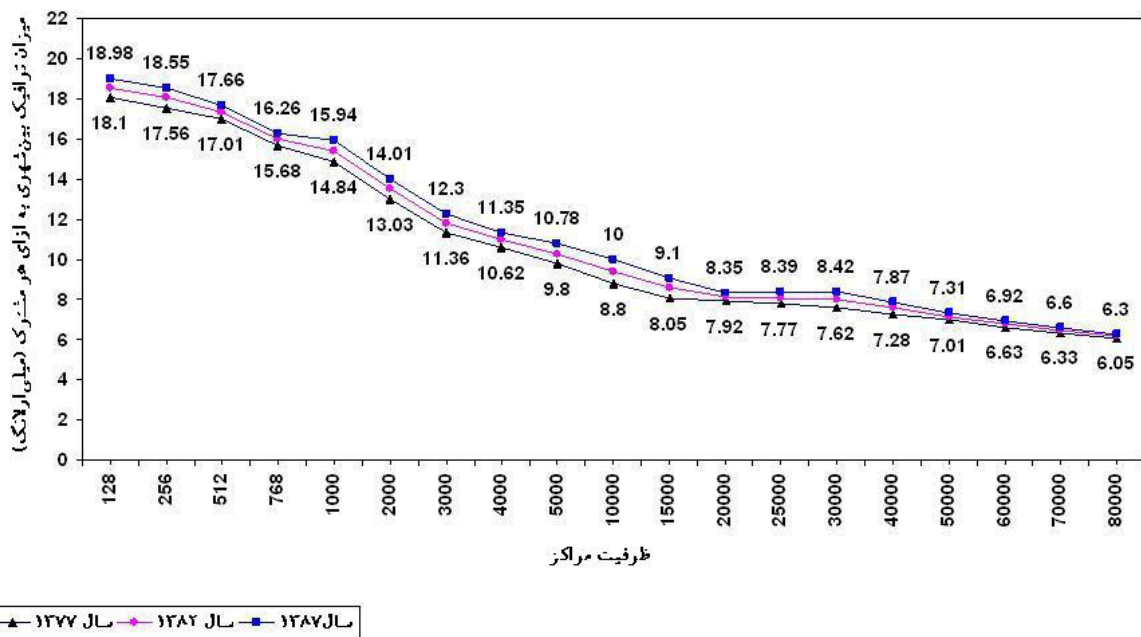
از آنجا که در طول سالهای ۸۲-۱۳۷۷، ترافیک در شبکه بین شهری از ۱/۹ تا ۶/۲ درصد، در مناطق مختلف رشد داشته، با به کارگیری همین ضرایب رشد، نمودار ترافیک بین شهری مراکز با ظرفیتهای استاندارد نیز تا پایان سال ۱۳۸۷ تخمین زده شده و در شکل (۳) آورده شده است.

بدین ترتیب با مشخص شدن تخمین کل ترافیک بین شهری مراکز سویچ کشور در پایان برنامه چهارم توسعه، می توان کل ترافیک (ورودی و خروجی) نقاط SC و PC از سمت مراکز LX و TX را تعیین کرد. در این مورد به عنوان نمونه، وضعیت ترافیکی نقاط SC و PC ناحیه "۱" مخابراتی کشور در جدول (۵) آورده شده است.

البته در این مورد باید ترافیک بین شهری مربوط به مشترکین شبکه تلفنی همراه را نیز در نظر گرفت. گزارشهای ترافیک سنجی

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

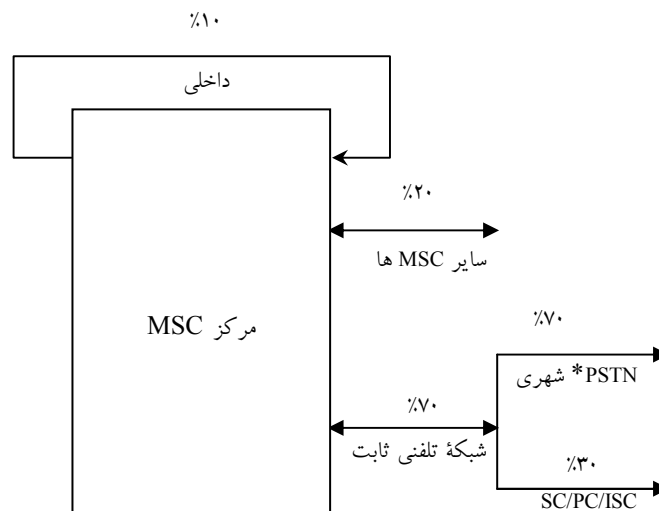
| نام استان | تعداد خطوط (هزار) | | | نام استان | تعداد خطوط (هزار) | | |
|------------------------------|-------------------|---------|---------|---------------------|-------------------|--------|---------|
| | پورت | ترانک | مشترکین | | پورت | ترانک | مشترکین |
| آذربایجان شرقی | ۱۷۴۷/۵۲ | ۲۹۱/۲۵ |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



شکل ۳- روند تغییرات ترافیک بین شهری مراکز با ظرفیتهای مختلف

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

| نوع مرکز | نام مرکز | کد مرکز / حومه | مجموع ترافیک ورودی به / خروجی از شبکه تلفنی ثابت (E) |
|----------------------------------|------------|----------------|--|
| SC | بابل | ۱۱۱/۱۱۲ | ۱۲۰۹۷/۲ |
| PC | آمل | ۱۲۱/۱۲۲ | ۸۴۸۹/۳ |
| PC | قائم شهر | 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 | بندر انزلی | 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

با توجه به نحوه توزیع تعداد مشترکین تلفن همراه در شهرستانهای کشور [۲۴] و در نظر گرفتن نقاط اتصال مراکز گیت موبایل به شبکه تلفنی ثابت بین شهری به صورت ارائه شده در جدول (۶)، مجموع ترافیک بین شهری قابل محاسبه خواهد بود [۲۲].

مراکز MSC^{۲۴} کشور نشان می دهد که مدل توزیع ترافیک در مراکز سویچ تلفن همراه به صورت ارائه شده در شکل (۴) است. همان گونه که از شکل مشخص است، ۲۱ درصد ترافیک شبکه تلفنی همراه مربوط به ترافیک بین MSC و SC/PC/ISC است. لذا

جدول ۶- نقاط اتصال مراکز گیت موبایل به شبکه تلفنی ثابت بین شهری

| ردیف | محل گیت شبکه موبایل | استانهای تحت پوشش | نوع مرکز بین شهری |
|------|---------------------|--|-------------------|
| ۱ | بابل | مازندران-گلستان | SC |
| ۲ | رشت | گیلان | PC |
| ۳ | تهران | تهران- سمنان- قزوین- زنجان | SC |
| ۴ | اصفهان | اصفهان- قم- چهارمحال و بختیاری | 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 | سیستان و بلوچستان | PC |
| ۱۱ | اهواز | خوزستان- لرستان | SC |
| ۱۲ | شیراز | فارس- کهگیلویه و بویراحمد | SC |
| ۱۳ | بندرعباس | هرمزگان- بوشهر | PC |
| ۱۴ | همدان | همدان- کردستان- ایلام- کرمانشاه- مرکزی | SC |

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

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

و) در مسیرهای مستقیم بدون سرریز ترافیک و مسیرهای نهایی، میزان انسداد^{۲۶}، ۵/۰ 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 در نظر گرفته شود. در صورتی که نقاط PC هم ناحیه باشند نیز با فرض ترافیک ۱۲ ارلانگ و انسداد ۱۰ درصدی، تعداد خطوط

بدین ترتیب ماتریس ۹۲×۹۲ نقطه‌ای ترافیک بین شهری قابل تعیین است. لازم به ذکر است که در جریان تهیه این ماتریس، میل ترافیکی بین دو نقطه با نسبت معکوس فاصله بین دو نقطه در نظر گرفته شده [۲۵] و بدین منظور مختصات جغرافیایی محل نصب مراکز SC و PC مورد استفاده قرار گرفته است.

۳-۴- تخمین تعداد ترانک مورد نیاز در مراکز بین شهری

برای محاسبه ماتریس کانال، معیارها و پارامترهایی که در ادامه آمده‌اند در طراحی مدنظر قرار گرفته‌اند.

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.

مورد نیاز ۱۵ خواهد بود [۲۶]، اما با توجه به سهولت و صرفه 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 در نظر گرفته 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 به عکس انجام شده و در انتها، محاسبه تعداد کانال برای مسیرهای نهایی صورت پذیرفته است. در ضمن برای تعیین تعداد کانال مورد نیاز برای دسترسی شبکه تلفنی ثابت به شبکه تلفنی همراه و به عکس، باید توجه داشت که به دلیل عدم وجود مراکز سویچ موبایل در برخی از محدوده‌های تحت پوشش PC، ترافیک مذکور (که براساس مدل ارائه شده در شکل (۴)، حدود ۴۹ درصد $(.70 \times .70)$ ترافیک شبکه تلفنی همراه است) از طریق مرکز PC ترانزیت شده و به نزدیکترین مرکز سویچ موبایل هدایت می‌شود. بنابراین با توجه به نحوه توزیع مشترکین شبکه تلفنی همراه در محدوده هر PC، به میزان ۴۹ درصد ترافیک شبکه 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 محاسبه ماتریس کانال و محاسبه تعداد پورت مورد نیاز برای دسترسی مشترکین شبکه تلفنی همراه در نقاط تابعه مراکز PC فاقد MSC، و همچنین تعداد پورت مورد نیاز برای دسترسی مراکز محلی و انتهایی و سویچهای شبکه تلفنی همراه به شبکه بین‌شهری کشور، مجموع تعداد پورت مورد نیاز در مراکز SC و PC تا انتهای برنامه چهارم توسعه در سطح کشور، با فرض توسعه شبکه بین‌شهری به صورت مبتنی بر فناوری مداری - صرف (به‌عنوان سناریوی اول) تعیین شده است. نتایج محاسبات مذکور برای ناحیه "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 شبکه بین‌شهری در گذار به NGN

در این قسمت به‌عنوان سناریوی دیگر، همبندی^{۲۷} شبکه بین‌شهری به صورت تلفیقی از فناوری بسته‌ای و مداری در نظر گرفته شده است [۲۷]. در این طرح در برخی از شهرهای دارای مراکز PC/SC در شبکه 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 شبکه بین‌شهری مبتنی بر فناوری مداری - صرف) و با این فرض که ۵۰ درصد ترافیک توسعه شبکه زیرساخت در قالب شبکه نسل آتی (NGN) حمل شود، ارائه شده است [۲۸ و ۲۹]. در این راستا به‌عنوان نمونه، تخمین تعداد کانال مورد نیاز شبکه بین‌شهری در طرح گذار به NGN (در ناحیه "۱" مخابراتی و کل کشور) در جدول (۸) آورده شده است. لازم به ذکر است که برای استفاده اشتراکی از منابع انتقال، ۵۰ درصد تخمین ترافیک شبکه تلفنی همراه نیز در سناریوی اخیر در نظر گرفته شده است [۲۴].

لذا با توجه به ظرفیت خروجی مراکز، تعداد چهل و دو TGW با واسط STM-n به سمت شبکه MPLS^{۳۴}/IP^{۳۵} در طرح اخیر در نظر گرفته شده است. براین اساس 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 ناحیه "۱" مخابراتی و کل کشور آورده شده است.

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

جدول ۷ - تخمین تعداد کانال مورد نیاز شبکه بین شهری در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه - ناحیه "۱" مخابراتی (به عنوان نمونه) و کل کشور (سناریوی اول)

| تعداد کل کانال مورد نیاز | تعداد کانال مربوط از MSC | تعداد کانال مربوط به دسترسی به MSC | تعداد کانال دسترسی مراکز TX و LX | تعداد کانال شبکه خروجی در سمت شبکه زیرساخت | تعداد کانال شبکه ورودی در سمت شبکه زیرساخت | تعداد کانال | ترافیک بین شهری از شبکه تلفنی همراه (E) | ترافیک شهری از شبکه تلفنی همراه (E) | ترافیک بین شهری مربوط به مراکز (E) TX و LX | نام مرکز |
|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|--|-------------|---|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| ۷۹۴۱۰ | ۷۵۶۰ | ۲۳۱۰ | ۱۷۱۳۰ | ۲۴۸۷۰ | ۲۷۵۴۰ | ۷۴۶۰/۸ | ۲۱۸۲/۲ | ۱۲۰۹۷/۲ | ۱۲۰۹۷/۲ | بابل |
| ۲۵۱۷۰ | - | ۱۶۸۰ | ۱۳۲۳۰ | ۵۱۰۰ | ۵۱۶۰ | - | ۱۵۷۲/۹ | ۸۴۸۹/۱ | ۸۴۸۹/۱ | آمل |
| ۲۲۵۳۰ | - | ۲۸۵۰ | ۱۰۶۸۰ | ۴۵۰۰ | ۴۵۰۰ | - | ۲۷۲۷/۳ | ۷۴۸۲/۷ | ۷۴۸۲/۷ | قائم شهر |
| ۴۵۳۹۰ | ۴۳۸۰ | ۲۵۲۰ | ۱۸۰۹۰ | ۱۰۱۱۰ | ۱۰۲۹۰ | ۴۲۶۰/۹ | ۲۴۲۹/۳ | ۱۳۴۴۳/۶ | ۱۳۴۴۳/۶ | رشت |
| ۲۷۸۲۰ | - | ۲۷۶۰ | ۱۳۵۹۰ | ۵۷۳۰ | ۵۶۴۰ | - | ۲۶۳۰/۱ | ۹۳۶۲/۲ | ۹۳۶۲/۲ | لاهیجان |
| ۳۹۹۳۰ | - | ۳۴۲۰ | ۲۰۳۱۰ | ۸۱۰۰ | ۸۱۰۰ | - | ۳۳۱۳/۸ | ۱۳۶۳۹/۴ | ۱۳۶۳۹/۴ | ساری |
| ۳۶۸۱۰ | - | ۴۵۳۰ | ۱۷۱۳۰ | ۷۵۳۰ | ۷۶۲۰ | - | ۴۴۴۴/۰ | ۱۲۱۹۹/۲ | ۱۲۱۹۹/۲ | گرگان |
| ۲۴۹۰۰ | - | ۲۰۷۰ | ۱۲۲۱۰ | ۵۳۱۰ | ۵۳۱۰ | - | ۱۹۶۷/۰ | ۸۳۰۲/۸ | ۸۳۰۲/۸ | گنبد |
| ۲۹۴۳۰ | - | ۴۵۳۰ | ۱۳۶۲۰ | ۵۶۷۰ | ۵۶۱۰ | - | ۳۱۹۴/۳ | ۹۳۵۰/۰ | ۹۳۵۰/۰ | بندر انزلی |
| ۳۸۴۷۰ | - | ۳۱۸۰ | ۱۹۵۳۰ | ۷۹۰۰ | ۷۸۶۰ | - | ۳۰۷۶/۶ | ۱۳۳۹۰/۶ | ۱۳۳۹۰/۶ | چالوس |
| ۳۳۳۷۵۳۰ | ۲۳۳۰۷۰ | ۳۶۴۹۲۰ | ۱۲۳۵۸۸۰ | ۷۵۱۸۳۰ | ۷۵۱۸۳۰ | ۲۳۱۵۶۲/۹ | ۳۵۴۱۵۹/۷ | ۹۰۵۸۶۶/۱ | ۹۰۵۸۶۶/۱ | مجموع مراکز SC و PC (در کل ۸ ناحیه) |

جدول ۸- تخمین تعداد کانال مورد نیاز شبکه بین شهری در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه- ناحیه "۱" مخابراتی
(به عنوان نمونه) و کل کشور (سناریوی دوم)

| نام مرکز | تعداد کانال ورودی | تعداد کانال خروجی | تعداد کانال دسترسی مراکز TX و LX | تعداد کانال دسترسی به شبکه تلفنی همراه | تعداد کل کانال مورد نیاز |
|------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|--|--------------------------|
| بابل | ۲۴۵۱۰ | ۲۳۴۰۰ | ۸۵۸۰ | ۴۹۲۰ | ۶۱۴۱۰ |
| آمل | ۴۲۰۰ | ۴۱۱۰ | ۶۶۳۰ | ۸۴۰ | ۱۵۷۸۰ |
| قائم شهر | 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 |
| بندر انزلی | 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 در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه- ناحیه "۱" مخابراتی
(به عنوان نمونه) و کل کشور (سناریوی دوم)

| محل مرکز بین شهری | نام استان مربوط | تعداد سیستم E1 ورودی مورد نیاز | | | تعداد سیستم خروجی مورد نیاز | | |
|------------------------|-----------------|--------------------------------|------|-------|-----------------------------|------|------|
| | | STM16 | STM4 | STM1 | STM16 | STM4 | STM1 |
| بابل | مازندران | | | ۲ | ۲ | - | |
| چالوس | مازندران | | | ۲ | - | - | |
| ساری | مازندران | | | ۲ | - | - | |
| بندر انزلی | گیلان | | | ۲ | - | - | |
| رشت | گیلان | | | ۳ | ۱ | - | |
| لاهیجان | گیلان | | | ۲ | - | - | |
| گرگان | گلستان | | | ۳ | - | - | |
| گنبد | گلستان | | | ۲ | - | - | |
| مجموع مراکز در کل کشور | | | | ۳۵۰۱۶ | ۲۲ | ۹۱ | |

جدول ۱۰- میزان سرمایه‌گذاری لازم در بخش تجهیزات سویچ برای تأسیس و توسعه پورت در مراکز محلی و ترانزیت در برنامه چهارم توسعه 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 بین شهری* | 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 شبکه بین شهری موجود بوده است، لذا به میزان $۲/۰۲۶ = ۳/۳۳۸ - ۱/۳۱۲$ (مندرج در جدول ۷) میلیون پورت سویچ در شبکه بین شهری با تأسیس/توسعه مراکز (در سناریوی اول از طرح توسعه در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه) نیاز خواهد بود.

۴- برآورد تجهیزات سویچ مورد نیاز و هزینه سرمایه‌گذاری مربوط

در این بخش با هدف تخمین حجم سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات بخش سویچ شبکه تلفنی ثابت کشور در قالب دو سناریوی مطرح شده در این مقاله، نوع و حجم تجهیزات و بازار مربوط تعیین خواهد شد. براساس اطلاعات مربوط به آخرین خریدهای انجام شده در کشور برای تجهیزات سویچ، به منظور تأسیس هر پورت در مراکز شهری، میانگین ۲۳۸/۰ هزار ریال و برای توسعه هر پورت در مراکز شهری موجود، میانگین ۱۹۰/۴ هزار ریال هزینه شده است. این ارقام برای مراکز ترانزیت بین شهری نیز به ترتیب ۱۶۶/۰ هزار ریال و ۱۳۲/۸ هزار ریال بوده است [۳۰]. لذا میزان سرمایه‌گذاری لازم در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه برای تجهیزات بخش سویچ شبکه تلفنی ثابت کشور در قالب سناریوی اول، ۶۰۱۳/۷۷ میلیارد ریال با جزییات ارائه شده در جدول (۱۰) برآورد 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 شبکه NGN، نیاز به سافت سویچ^{۳۶} است. پارامتر تعیین کننده ظرفیت تجهیزات سافت سویچ نیز میزان BHCA^{۳۷} مکالمات هدایت شده به سمت

شبکه زیرساخت است. در این مورد با در نظر گرفتن 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 شبکه NGN معادل ۸۶۳/۵۵ هزار ارلانگ و BHCA مربوط ۳۴/۵۴۲ میلیون خواهد بود.

با توجه به BHCA محاسبه شده، تعداد گره‌های سافت سویچ مورد نیاز براساس تجهیزات موجود در بازار تعیین می‌شود. مسیریاب، MGW^{۳۹} و SGW^{۴۰} از نمونه تجهیزات دیگر لازم برای برپایی شبکه سویچینگ بسته‌ای مبتنی بر NGN هستند.

نکات زیر در تخمین هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات بخش سویچ در سناریوی دوم در نظر گرفته شده‌اند: الف) در بخش تأسیس و توسعه مراکز سویچ شهری، تفاوتی با سناریوی اول وجود ندارد.

ب) با توجه به این که ۵۰ درصد از ظرفیت ورودی به مراکز SC و PC کشور به شبکه سویچینگ بسته‌ای هدایت خواهد شد، لذا تعداد پورت مورد نیاز در مراکز سویچ بین شهری ۲/۱۱۲ میلیون پورت خواهد بود که با توجه به ظرفیت منصوبه در این بخش، افزایش ظرفیت می‌تواند در قالب توسعه سویچهای موجود به میزان ۸۰۰ هزار شماره باشد.

براین اساس میزان سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات سویچ در توسعه شبکه تلفنی بین شهری با فناوری بسته‌ای و

جدول ۱۱- سهم هزینه‌ها در توسعه شبکه سوئیچینگ بین‌شهری با فناوری بسته‌ای و مبتنی بر NGN در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه کشور

| نوع تجهیزات | سهم هزینه‌ای (درصد) | هزینه سرمایه‌گذاری لازم (میلیارد ریال) |
|------------------|---------------------|--|
| تجهیزات شبکه NGN | ۸۴/۳۰ | ۴۲۰/۱۷ |
| تجهیزات یدکی | ۲/۴۰ | ۱۱/۹۶ |
| **ODF و *DDF | 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

شبکه تلفنی ثابت، ۲/۳۳ برابر هزینه سرمایه‌گذاری برای بخش تجهیزات سوئیچ این شبکه خواهد بود.

در مورد هزینه تهیه ساختمان و سهم آن در مقایسه با هزینه سرمایه‌گذاری برای تجهیزات سوئیچ در برپایی شبکه تلفنی ثابت نیز باید گفت که هزینه تهیه ساختمان وابستگی زیادی به ظرفیت و موقعیت جغرافیایی مرکز سوئیچ (با توجه به قیمت زمین در مناطق مختلف) دارد. مع الوصف با توجه به ابعاد فیزیکی مراکز سوئیچ جدید، میانگین هزینه "تهیه ساختمان"، ۱۵/۵ درصد هزینه سرمایه‌گذاری برای تجهیزات سوئیچ برآورد می‌شود [۳۰].

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله با به‌کارگیری مدل کاب-داگلاس، برآورد تعداد متقاضیان سرویس تلفنی ثابت در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه کشور (سالهای ۸۸-۱۳۸۴) به میزان قریب به ۲۳/۳۲ میلیون مشترک انجام و به‌دنبال آن با هدف تخمین هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات سوئیچ در شبکه تلفنی ثابت در بازه زمانی برنامه، طرح شبکه مذکور در قالب دو سناریو (یکی براساس توسعه مبتنی بر "فناوری مدار-صرف" و دیگری براساس توسعه مبتنی بر "تلفیق فناوری مدار و

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

بدین ترتیب میزان کل سرمایه‌گذاری برای تجهیزات سوئیچ در توسعه شبکه تلفنی ثابت کشور در بازه زمانی برنامه چهارم در قالب سناریوی دوم، به میزان ۵۷۲۵/۴۲ میلیارد ریال در بخش سوئیچهای محلی، ۱۰۶/۲۴ میلیارد ریال در بخش سوئیچهای بین‌شهری با فناوری مداری و ۴۹۸/۴۳ میلیارد ریال در بخش سوئیچهای بین‌شهری با فناوری بسته‌ای خواهد بود، که در مجموع بالغ بر ۶۳۳۰ میلیارد ریال برآورد می‌شود.

لازم به یادآوری است که برآوردهای ارائه‌شده در این مقاله، برای تجهیزات سوئیچ شبکه تلفنی ثابت بوده و هزینه‌های بخش دسترسی (به روشهای کابل‌زوجی، بی‌سیم یا نوری)، تهیه ساختمان و سایر ملزومات برای برپایی شبکه تلفنی ثابت را شامل نمی‌شود. درخصوص هزینه‌های بخش دسترسی به شبکه تلفنی ثابت، نتایج مطالعات گزارش‌شده در مرجع [۳۱] حاکی است که اگر سهم مدل‌های دسترسی به شبکه تلفنی ثابت در کشور به سه روش "کابل‌زوجی"، "بی‌سیم" و "نوری" به‌ترتیب ۴۰، ۲۵ و ۳۵ درصد باشد، آن‌گاه هزینه سرمایه‌گذاری برای بخش دسترسی به

در نهایت نیز میزان سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات سویچ در شبکه تلفنی ثابت کشور در بازه زمانی برنامه چهارم توسعه به تفکیک تأسیس و توسعه مراکز محلی و ترانزیت بین‌شهری و شبکه مبتنی بر NGN در قالب دو سناریو برآورد شد.

۶- قدردانی

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

بسته‌ای" و در نظر گرفتن 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 توسعه مراکز موجود ارائه شد. سپس تخمین تعداد پورت‌های مورد نیاز به میزان بالغ بر ۲۷/۹۸ میلیون پورت انجام و برآوردی از کل ترافیک بین‌شهری مراکز کشور (مشمول بر ترافیک ورودی و خروجی نقاط SC و PC از سمت مراکز LX و TX و نیز ترافیک مربوط به مشترکین شبکه 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 شبکه تلفنی همراه) برآورد و محل استقرار و تجهیزات مورد نیاز TGW ها پیشنهاد شد.

واژه‌نامه

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

مراجع

- Duffy-Deno, K. T., "Demand for Additional Telephone Lines: An Empirical Note," *Information Economics and Policy*, Vol. 13, PP. 283-299, 2001.
- Hamoudia, M., and Islam, T., "Modeling and Forecasting the Growth of Wireless Messaging," *Teletronikk*, Vol. 4, PP. 64-69, 2004.
- 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.
- Armstrong, J. S., *Long-Range Forecasting, From Crystal Ball to Computer*, John Wiley, 1985.

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.
18. سالنامه‌های آماری کشور، مرکز آمار ایران، ۸۳-۱۳۷۷.
19. آمار مشترکین و تعرفه‌ها، دفتر برنامه‌ریزی شرکت مخابرات ایران، ۸۳-۱۳۷۷.
20. قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، جمهوری اسلامی ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۳
(www.mporg.ir/barnameh4/ghanon-b4-26mehr.pdf).
21. 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).
22. 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 توسعه شبکه سوییچینگ تلفنی شهری و بین شهری کشور و برآورد بازار تجهیزات مربوط"، طرح ملی ارزیابی بازار داخلی صنعت مخابرات، وزارت صنایع و معادن، مرکز صنایع نوین، ۱۳۸۳.
23. گزارش آماری مشترکین و مراکز تلفن ثابت استانها، دفتر برنامه‌ریزی شرکت مخابرات ایران، ۱۳۸۴.
24. شیخان م.، کلانتری م. ا.، عباس‌خانی م.، غیناقی م.، طالبی ر. و دارابیگی م.، گزارش "طرح توسعه شبکه تلفنی همراه کشور و برآورد 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](http://www.analysys.com/Articles/Standard%20Article%20(The%20economic%20case%20for%20next-generation%20voice,%20ITU%20Telecom%20World),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.
30. گزارش اطلاعات مالی شرکتهای تابعه و استانها، شرکت مخابرات ایران، ۱۳۸۵.
31. شیخان م.، کلانتری م. ا.، پوراحمدی و.، صمدی س.، آقاپورج. و سبوحی ل.، گزارش "طرح توسعه شبکه دسترسی کشور و برآورد بازار تجهیزات مربوط"، طرح ملی ارزیابی بازار داخلی صنعت مخابرات، وزارت صنایع و معادن، مرکز صنایع نوین، ۱۳۸۴.