

چهارم

# گام به گام طراحی شبکه‌های مخابراتی

(PSTN, PLMN, All IP, NGN/IMS)

مؤلف: مهندس خدیجه زاهدی آرائی

بهار ۹۶



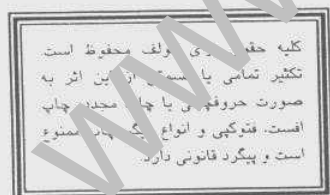
نشر و انتشارات علمی

|                     |                                                                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | زاهدی آرانی، خدیجه، ۱۳۵۳.                                        |
| عنوان و نام پدیدآور | گام به گام طراحی شبکه‌های مخابراتی (PSTN, PLMN, All IP, NGN/IMS) |
| مشخصات نشر          | مؤلف خدیجه زاهدی آرانی.                                          |
| مشخصات ظاهری        | تهران: انتشارات دانشگاهی کیان، ۱۳۹۶.                             |
| شابک                | ۲۳۶ص مصور، جدول، نمودار.                                         |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | ۵-۱۷۳-۳۰۷-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰                                            |
| موضوع               | فیبا                                                             |
| موضوع               | مخابرات - سیستم‌ها - طرح و ساختمان.                              |
| موضوع               | Telecommunication systems - Design & construction.               |
| موضوع               | مخابرات - نوآوری.                                                |
| موضوع               | Telecommunication - Technological innovations.                   |
| موضوع               | سیستم انتقال داده‌ها.                                            |
| موضوع               | Data transmission systems.                                       |
| موضوع               | ارتباطات رقمی.                                                   |
| موضوع               | Digital communications.                                          |
| رده بندی کنگره      | TK 5۱۰۲/5۰۵۱۳۹۰                                                  |
| رده بندی دیویی      | ۶۲۱/۳۸۲                                                          |
| شماره کتابشناسی ملی | ۳۶۸۰۳۳                                                           |



شماره انتشارات کیان  
KIAN PUB. INSTITUTION

## انتشارات دانشگاهی کیان



|             |                                                                     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|
| نام کتاب    | گام به گام طراحی شبکه‌های مخابراتی<br>(PSTN, PLMN, All IP, NGN/IMS) |
| مؤلف        | خدیجه زاهدی آرانی                                                   |
| چاپ اول     | ۱۳۹۶                                                                |
| تیراژ       | ۳۵۰ جلد                                                             |
| چاپ و صحافی | ستاره سبز - نمونه                                                   |
| قیمت        | ۲۵۰۰۰ تومان                                                         |
| شابک        | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۷-۱۷۳-۵                                                   |
| ISBN        | 978-600-307-173-5                                                   |

مرکز پخش:

تهران - خ انقلاب - ۱۲ فروردین - کوچه نوروز - پلاک ۲۷ طبقه اول

تلفن: ۶۶۳۱۱۷۱۵-۶۶۴۰۶۸۳۴-۶۶۴۱۶۴۴۶

خرید Online از طریق سایت [www.kianpub.com](http://www.kianpub.com)

SMS: ۰۲۰۰۰۲۲۲۴۴۷

## فهرست مطالب

|    |                                                  |
|----|--------------------------------------------------|
| ۱۲ | پیشگفتار                                         |
| ۱۹ | مقدمه                                            |
| ۲۳ | فصل اول                                          |
| ۲۳ | مباحث اولیه در حوزه طراحی                        |
| ۲۴ | ۱-۱- هدف طراحی شبکه                              |
| ۲۵ | ۲-۱- رمزگشایی طرح خوب                            |
| ۲۷ | ۳-۱- متدولوژی های طراحی                          |
| ۳۱ | ۴-۱- مشخصات تیم طراحی                            |
| ۳۵ | فصل دوم                                          |
| ۳۵ | تعاریف و مفاهیم پایه در شبکه                     |
| ۳۶ | ۱-۲- توپولوژی                                    |
| ۴۲ | ۲-۲- محیطهای انتقال                              |
| ۴۸ | ۳-۲- تکنولوژیهای دسترسی                          |
| ۵۱ | ۴-۲- مسیریابی، سوئیچینگ، سیگنالینگ               |
| ۵۸ | ۵-۲- لایه بندی ها و مدل های سلسله مراتبی در شبکه |
| ۶۲ | ۶-۲- دسترسی پذیری                                |
| ۶۵ | ۷-۲- افزونگی                                     |
| ۶۷ | ۸-۲- مازولاریتی                                  |
| ۶۷ | ۹-۲- مجازی سازی بالمانهای فیزیکی و لاجیکی        |
| ۷۰ | ۱۰-۲- واسط ها و کنترلرها                         |

|     |                                                    |
|-----|----------------------------------------------------|
| ۷۰  | ۱۱-۲- آدرس دهی                                     |
| ۷۹  | ۱۲-۲- کیفیت سرویس QoS و QoE                        |
| ۸۵  | ۱۳-۲- پدافند غیرعامل                               |
| ۸۷  | فصل سوم                                            |
| ۸۷  | گامهای اساسی و فرآیندهای طراحی شبکه                |
| ۸۸  | ۱-۳- تعریف خواسته های طرح                          |
| ۸۸  | ۱-۱-۳- استراتژی سازمانی                            |
| ۹۱  | ۲-۳- قوانین و سیاستهای درون سازمانی و برون سازمانی |
| ۹۴  | ۳-۱-۳- استاندارد                                   |
| ۹۴  | ۴-۱-۳- تکنولوژی برار اخلاقی و جهانی                |
| ۹۷  | ۵-۱-۳- عوامل مؤثر دیگر                             |
| ۹۹  | ۶-۱-۳- خروجی مرحله هدف                             |
| ۱۰۰ | ۲-۳- تعیین نیازمندیها از دیدگاه مشتریان            |
| ۱۰۱ | ۳-۳- پیش بینی مشتریان و طراحی سرویس                |
| ۱۰۲ | ۱-۳-۳- دسته بندی مشتریان و سرویس                   |
| ۱۰۹ | ۲-۳-۳- جمع آوری اطلاعات موجود مشتریان و سرویسها    |
| ۱۱۲ | ۳-۳-۳- پیش بینی مشتریان و سرویس                    |
| ۱۱۵ | ۴-۳-۳- پیش بینی بهای باند سرویسها                  |
| ۱۲۰ | ۵-۳-۳- پیش بینی بهای باند                          |
| ۱۲۸ | ۴-۳- طراحی توپولوژی                                |
| ۱۲۸ | ۱-۴-۳- جمع آوری اطلاعات منابع موجود                |
| ۱۲۹ | ۲-۴-۳- تهیه نقشه گره های سرویس                     |

۳-۴-۳- زون بندی و تعیین توبولوژی ..... ۱۳۱

۳-۵- طراحی فیزیکی ..... ۱۳۴

۳-۵-۱- لایه بندی شبکه ..... ۱۳۴

۳-۵-۲- طراحی ماتریس ترافیک ..... ۱۴۰

۳-۵-۳- ضرایب توسعه پذیری ..... ۱۴۹

۳-۵-۴- ظرفیت سازی اینترنتها ..... ۱۵۲

۳-۵-۵- مشخصات جهت آماده سازی مکان ..... ۱۵۵

۳-۵-۶- ظرفیت سازی تجهیزات ..... ۱۵۷

۳-۵-۷- انتخاب تجهیزات و ۱۳ نهای سرویس BOQ در LOM و زیرساختها ..... ۱۵۹

۳-۵-۸- سیستمهای مدیریت ترافیک، شبکه و برخی سیستمهای جانبی ..... ۱۶۲

۳-۶- طراحی توبولوژی لاجیکی و دیگر لایه های لاجیکی و پروتکلها ..... ۱۶۴

۳-۷- طرح آدرس دهی ..... ۱۶۸

۳-۸- طرح مهاجرت ..... ۱۷۱

۳-۹- مستندات مشخصات فنی ..... ۱۷۳

فصل چهارم ..... ۱۷۵

ملاحظات ویژه در بازنگری طرح ..... ۱۷۵

۴-۱- تغییرات سازمان برای نگهداری و پشتیبانی ..... ۱۷۵

۴-۲- ارزیابی اقتصادی طرح و بالانس هزینه ها ..... ۱۷۶

۴-۳- ملاحظات امنیتی ..... ۱۸۲

۴-۴- ملاحظات مهندسی ترافیک و کیفیت سرویس ..... ۱۸۵

۴-۵- ملاحظات انرژی و زیست محیطی ..... ۱۸۶

۴-۶- ملاحظات تعامل با شبکه های دیگر بالادست، پایین دست، واسط، موازی ..... ۱۹۱

۷-۴- ملاحظات دیتاسترها ..... ۱۹۶

فصل پنجم ..... ۱۹۷

ارزیابی کیفی وفنی طرح ..... ۱۹۷

۵-۱- پارامترهای ارزیابی ..... ۱۹۷

۵-۲- روشهای ارزیابی ..... ۱۹۹

۵-۳- ابزار ارزیابی کیفیت طراحی ..... ۲۰۰

۵-۴- منابعی از نتایج ارزیابی طراحی باشیه سازی ..... ۲۰۲

منابع ..... ۲۲۲

واژه نامه ..... ۲۲۳

## پیشگفتار

یکی از ارکان اصلی رشد و توسعه در کشورها، داشتن زیرساختهای ارتباطاتی قوی در حوزه‌های مختلف و به‌ویژه در حوزه ICT می‌باشد. پایه و اساس این ارتباطات پیچیده و قوی، شبکه‌هایی هستند که در کل جهان بین اپراتورهای از هر نوع و هر سرویس و هر فناوری به هم تنیده شده‌اند. رشد روزافزون نیاز به سرویسهای مختلف با محتوای مبادله‌ای صوت و تصویر و دیتا از طرفی و افزایش تقاضای برای باند برای سرویسهایی که با محتوای ویدئو تلفیق شده‌اند از طرف دیگر، همواره دست اندرکاران صنعت ICT را مجبور کرده است که به سمت فناوریهای جدیدتر و پروتکل‌های ارتباطی هوشمندانه‌تر حرکت کنند تا ضمن ایجاد سرویسها، پاسخگوی نیازهای تضمین کیفیت سرویسها و رضایت‌مندی مشتری باشند.

در قرن گذشته هر ده سال شاهد تحول اساسی در حوزه فناوری ارتباطی بوده ایم. گذر از شبکه‌های PSTN از سوییچهای آنالوگ به سوییچهای دیجیتال، جایگزینی شبکه کابل مسی با شبکه‌های انتقال فبر نوری، به کارگیری شبکه‌های موبایل و وایرلس برای مکالمه صوتی، استفاده گسترده از شبکه‌های IP-base و سوییچینگ بسته‌ای به جای شبکه‌های TDM-base، ارائه سرویسهای پرسرعت با محتوای متنوع وایرلس مبتنی بر تکنولوژی LTE، ارائه سرویسهای چندگانه با ضمانت هوشمندانه کیفی متناسب با هر نوع ارتباط در جهت

رضایت مشتری، مثالهایی از این تغییر نگرش هستند که تحول اساسی در فناوریهای شبکه را به دنبال داشته‌اند.

هرچند در مثل چهار دهه گذشته شبکه‌های مخابراتی به دلیل اینکه پایه و اساس آنها شبکه کابل گسترده بود - که بیش از ۷۰ درصد هزینه‌ها را به خود اختصاص می‌داد - برای سرویس‌دهی با عمر ۱۵ سال طراحی و پیاده سازی می‌شدند ولی امروزه با توجه به رشد فناوری در صنعت مخابرات و T، ناچاراً شبکه‌ها برای دوره‌های کوتاه‌تر پایه ریزی می‌شوند. ولی به هر حال شبکه طراحی شبکه با راه ریزی درست می‌تواند این چرخه عمر را هر چه طولانی‌تر نماید.

طراحی شبکه قوی متناسب با علم، وزن، مهارت و تخصص و هم ارز آنها تجربه بسیار نیاز دارد. با عنایت به قریب به دو دهه سابقه ریشه‌های مختلف طرح و مهندسی شرکت مخابرات ایران و مطالعه در حوزه‌های مختلف شبکه و با توجه به نیازهای بسیار متفاوت، ضمن بهره گیری از نظرات مدیران صاحب‌نظر مجرب در حوزه طراحی شبکه‌های مختلف اعم بر: سوییچ، انتقال، کابل، موبایل، دیتا، پاور، امنیت، مدیریت و ... تصمیم بر آن شد این کتاب به عنوان "گام به گام طراحی شبکه‌های مخابراتی" تالیف گردد. جا دارد از تمامی این عزیزان که وقت گرانبهای خود را برای بازنگری مطالب گذاشتند و نکاتی ارزشمند برای بهبود مصوب طرح نمودند و موجب تشویق اینجانب برای ادامه این مسیر شدند، سپاسگزاری نمایم. هم‌طور از مدیران محترمی که برای چاپ کتاب باری نمودند به ویژه جناب آقای مهندس رضا خلیلی مدیریت محترم امور شبکه شرکت مخابرات ایران، تشکر ویژه نمایم. امید که با تلاش صورت گرفته، مطالب طرح شده در این نوشتار مورد استفاده خواننده قرار گیرد.

محوریت این نوشتار، توصیه های موسسه ها و سازمانهای بین المللی که به روزرسانی شیوه های استاندارد طراحی شبکه را در حوزه های مخابراتی بر عهده دارند، بوده و ضمن آن از تجارب عملی مشاوره های طراحی از بهترین اپراتورهای ارائه سرویسهای پهن باند در دنیا در طی این سالها استفاده شده و علاوه بر آن برای تکمیل بحث به طور قابل ملاحظه ای از تجارب تولیدکنندگان هم استفاده شده است. برخی از منابعی که در این نوشتار استفاده شده است عبارتند از:

- (۱) مستندات خروشی مشاوره های شرکت KT در بازه زمانی سالهای اخیر
  - (۲) کتاب CCDP و دوره های آموزشی CCDE سیسکو
  - (۳) برخی کتابهای مرتبط با شبکه های کامپیوتری مانند: "اصول شبکه های کامپیوتری" نوشته تن بام و کتاب "اصول طراحی شبکه های کامپیوتری" تألیف احسان ملکیان
  - (۴) مستندات و تجارب مرتبط با طراحی شبکه های مختلف اعم بر: PSTN, NGN/IMS. دیتا و ... که طی فرآیندهای انجام شده ایجاد شبکه های مختلف توسط پرسنل و شرکتهای سازنده و مشاور به دست آمده است.
  - (۵) و تا حدودی به کارگیری ابزار جستجوی اینترنتی
- ذکر این نکته لازم است که در رابطه با جزئیات تکنولوژیهای مختلف در حوزه های مخابراتی منابع بسیار تخصصی وجود دارد که نیازی به ورود به جزئیات در این مبحث نیست. با این حال هیچگاه متدی جامع برای طراحی شبکه های مخابراتی ارائه نشده و به دلایلی که گفته خواهد شد امکان پذیر هم نیست. ولی این نوشتار سعی بر انتقال الگوریتمی دارد که به طور مفهومی مناسب با نوع شبکه مورد نظر طراحی، بخشهایی از آن مورد استفاده قرار می گیرد، ضمن اینکه

الزاما همه گامها و همه جزئیات همیشه استفاده نمی‌شوند ولی متد جامع و با لحاظ کلیه نکات تجربه شده، ارائه شده است. در این نوشتار هدف به هیچوجه وارد شدن به جزئیات نیست. اگر جایی بحث کمی عمیق در فناوریها شده، منظور صرفا درک ارتباط آن با طراحی شبکه‌های مخابراتی بوده است و پس، لذا حداکثر سعی این بوده که ورود غیر ضروری به مباحث گسترده فناوریهای گسترده در این حوزه صورت نگیرد تا اصل موضوع متد طراحی مطرح شده تحت الشعاع جزئیات قرار نگیرد و از طرفی از حد حوصله خوانندگان از هرطیف خارج نشود.

نکته دیگر اینکه اصل هدف از این تالیف مطرح کردن روشی مفهومی و عملیاتی و گام به گام برای طراحی شبکه‌های مخابراتی از هر نوع می‌باشد لذا کلی نگری در نوع فناوریها و شبکه‌ها یک اصل است که سعی شد رعایت شود ولی در عین حال نگرش کلی در مثالها و جداول با توجه به روند شبکه‌ها به سمت هسته‌های مرکزی IP-base بیشتر با محوریت این گونه شبکه‌ها صورت گرفته است. ضمن اینکه این اصول و مفاهیم مطرح شده برای طراحی کلیه انواع شبکه‌ها قابل استفاده است. این کتاب می‌تواند مورد استفاده افراد زیر قرار گیرد:

- مشاوران طراحی شبکه‌های حوزه ICT
- طراحان و مجریان شبکه‌های مخابراتی
- پرسنل شاغل در بخشهای طرح و مهندسی و توسعه شرکت مخابرات ایران در هر جای سازمان و سایر اپراتورها
- دانشجویان و کارآموزان مخابرات
- کسانی که به نوعی با کنترل پروژه و مدیریت پروژه‌های توسعه ICT سروکار دارند
- طراحان شبکه‌های دیگر مانند: ترافیک شهری، حمل و نقل، کامپیوتر

امید است تلاش صورت گرفته برای تعیین مند جامع و کلی نگر که از جمع‌بندی مطالب فوق ارائه شده در زمینه مورد بحث، در قالب این کتاب مورد استفاده قرار گیرد. مؤلف پذیرای هر گونه پیشنهاد و انتقاد و همراهی در راستای اصلاح مباحث در ویرایش‌های آتی می‌باشد. مزید امتنان خواهد بود اگر خواننده محترم نظر خود را درباره موضوع از طریق ایمیل سازمانی [book\\_net@tci.ir](mailto:book_net@tci.ir) برای اینجانب ارسال نماید. در صورت لزوم کانالهای ارتباطی دیگر از طریق این ایمیل برای به اشتراک گذاشتن بازخوردها اطلاع‌رسانی می‌گردد. امید است با تعامل دو طرفه با خوانند عزیز، ر جهت غنای مطالب و ادامه مسیر با هم گام برداریم. قبلاً از بذل توجه شما سپاسگزاری می‌نمایم.

خدیجه زاهدی آرانی

[book\\_net@tci.ir](mailto:book_net@tci.ir)