وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات
پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات

بررسی ابعاد توسعه شبکه پهن باند (فیبر) در جهان

عنوان گزارش: بررسی ابعاد توسعه شبکه پهن باند (فیبر) در جهان

تهیه کننده: اعظم صادق زاده

گروه پژوهشی: معاونت پژوهش و توسعه ارتباطات علمی

سال نشر: ۱۴۰۲

حقوق معنوی این اثر متعلق به پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات است و استفاده از آن با ذکر ماخذ بلامانع است.

چکیده

سرمایه گذاری فیبر برای ارائه با کیفیت خدمات مبتنی بر داده، حیاتی است. فیبر به عنوان یک فناوری دسترسی پهن باند، خدمات با کیفیت بهینه و مطمئنی را ارائه می دهد. این سطح عالی از کیفیت برای توسعه خدمات و برنامه های دیجیتال آینده در همه بخش ها شامل سرگرمی، آموزش، کار در منزل، خدمات کسب و کارها، شهر هوشمند و سلامت ضروری است. پهن باند پرسرعت علاوه بر افزایش رضایت مصرف کننده، تولید ناخالص داخلی ملی را نیز افزایش می دهد. بطوریکه به ازای هر ۱۰٪ افزایش در ضریب نفوذ پهنای باند خانگی، رشد تولید ناخالص داخلی را به میزان ۰,۲۵٪ تا ۱,۵٪افزایش می دهد و به ازای افزایش دو برابری سرعت، تولید ناخالص داخلی به میزان ۰,۳٪ افزایش خواهد یافت. علاوه بر این، توسعه فیبر مزایای دیگری نیز به همراه دارد. این گزارش که حاصل مطالعه اسناد بین المللی می باشد با اشاره به فرصت‌های حاصل از توسعه پهن باند و فیبر، به ضرورت سرمایه گذاری در این فناوری تاکید می کند.

فهرست مطالب

۱ اهمیت توسعه پهن باند ۱

۱-۱ ابعاد اقتصادی توسعه پهن باند ۲

۱-۲ کاهش شکاف دیجیتالی جدید ۴

۲ فیبر: آخرین فناوری پهن باند ۵

۲-۱ تاثیرات زیست محیطی فیبر ۵

۲-۲ مزایای فیبر برای اپراتورها ۶

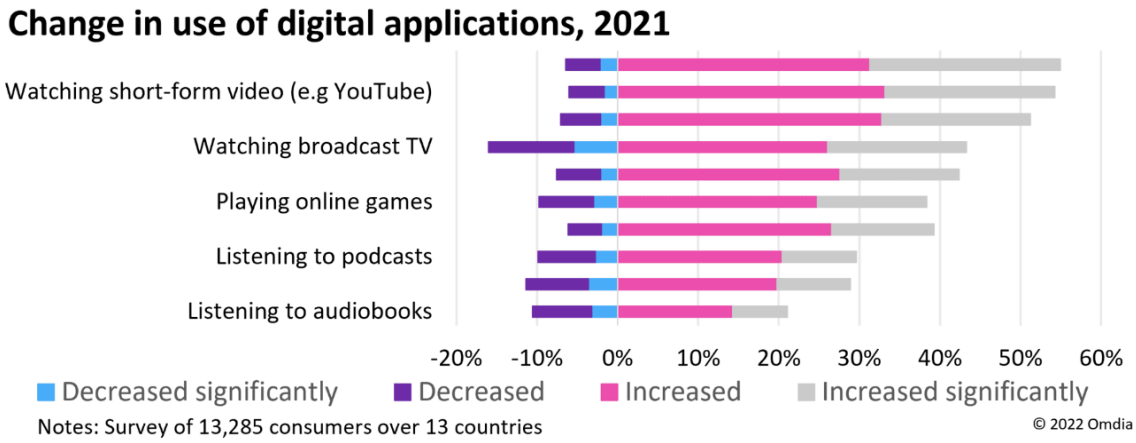
۲-۳ بهینه سازی معماری شبکه ۷

۳ مراجع ۸

۱ اهمیت توسعه پهن باند

دسترسی پهن باند به سرعت در حال تغییر روش زندگی، کار و حتی سرگرمی افراد است. این مساله به دنبال همه گیری کووید ۱۹و رشد خدمات و برنامه های دیجیتال از شدت بیشتری برخوردار شد و اگرچه در اکثر کشورها و مناطق جهان، محدودیتهای مربوطه کاهش یافته است ولیکن تاثیر این همه گیری از بعد اجتماعی و اقتصادی بسیار فراتر از بحران بهداشتی اولیه در بلندمدت ادامه خواهدداشت.

شکل ۱، نشان می دهد که استفاده از خدمات مبتنی بر ویدئو به طور خاص محدود به برنامه های سرگرمی نیست. بطوریکه ۵۱ درصد از پاسخ دهندگان به نظرسنجی Omdia اظهار داشته اند که استفاده آنها از تماس تصویری در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است.



شکل ۱: اتکا به برنامه های دیجیتالی همچنان در حال رشد است

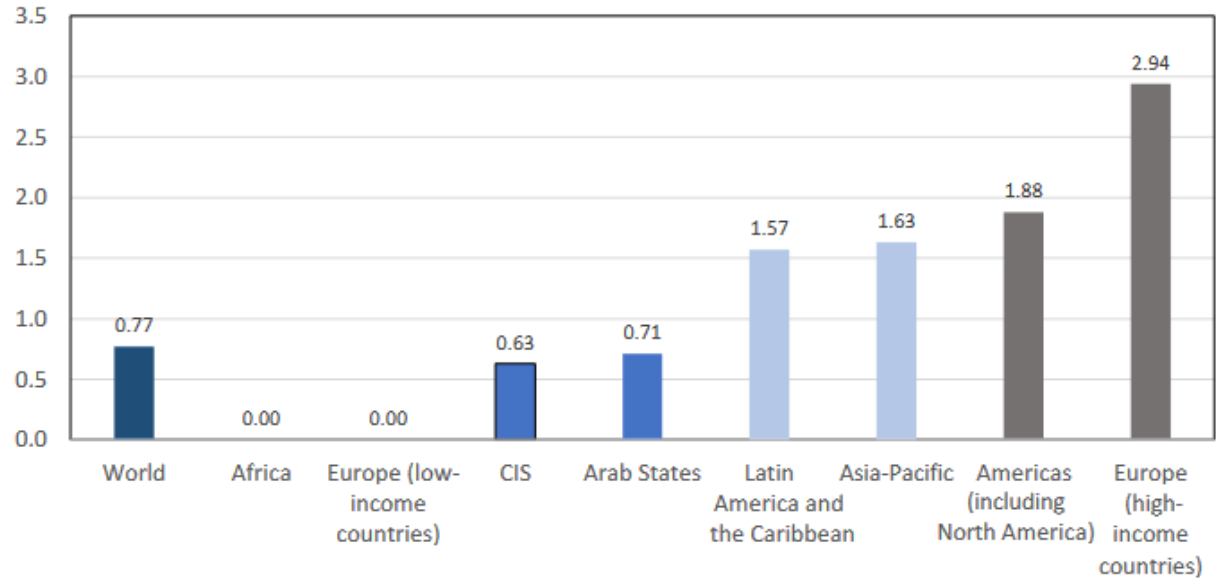
افزایش سریع کار در خانه یکی از عوامل افزایش کاربرد برنامه های ویدئوکنفرانس است. حتی با وجود اینکه اکثر کسب و کارها به صورت حضوری فعال هستند، بسیاری از کارکنان به صورت پراکنده به صورت دورکاری به کار خود ادامه می دهند. در نظرسنجی Pwc از ۵۲ هزار نیروی کار در ۴۴ کشور و منطقه، ۲۶ درصد از پاسخ دهندگان اظهارداشتند که ترجیح می دهند که به طور تمام وقت در خانه کار را ادامه دهند. البته فقط ۱۸ درصد از کارفرمایان چنین انتظاری داشتند. همچنین ۱۱ درصد از نیروی کار تمایل به فعالیت تمام وقت در محل کار هستند. بنابراین انتظار می رود که کار ترکیبی توسط بسیاری از کارفرمایان قابل پذیر ش باشد که در نتیجه راه حل های IT، بخش کلیدی با رشد فزاینده ای خواهد بود. این روندها نشان دهنده نیازمندی های در حال افزایش و اتکای فزاینده به خدمات دسترسی پهن باند و قابل اعتماد است.

اکنون کشورها با درک اهمیت و ابعاد توسعه پهن باند، برنامه های پهن باند ملی را برای ایجاد نفوذ بیشتر اتصال تنظیم کرده اند و مطابق با آن پیش بینی می شود که جمعیت جهانی افراد بدون اتصال از ۴۵ درصد در سال ۲۰۱۹ به ۲۷ درصد تا سال ۲۰۲۶ کاهش یابد.

۱-۱ ابعاد اقتصادی توسعه پهن باند

سرمایه گذاری پهن باند، محرک اصلی رشد و توسعه کشور ها است. اگرچه تعیین کامل این کمیت، پیچیده است، اما اهمیت اتصال پهن بانددر توسعه اجتماعی و اقتصادی کشورها غیرقابل انکار است. بازار جهانی اشتراک پهن باند به تنهایی در انتهای سال ۲۰۲۱ بیش از ۳۵۶ میلیارد دلار ارزش داشت که بین ۲ تا ۷ درصد از تولیدناخالص داخلی یک کشور را تشکیل می دهد.

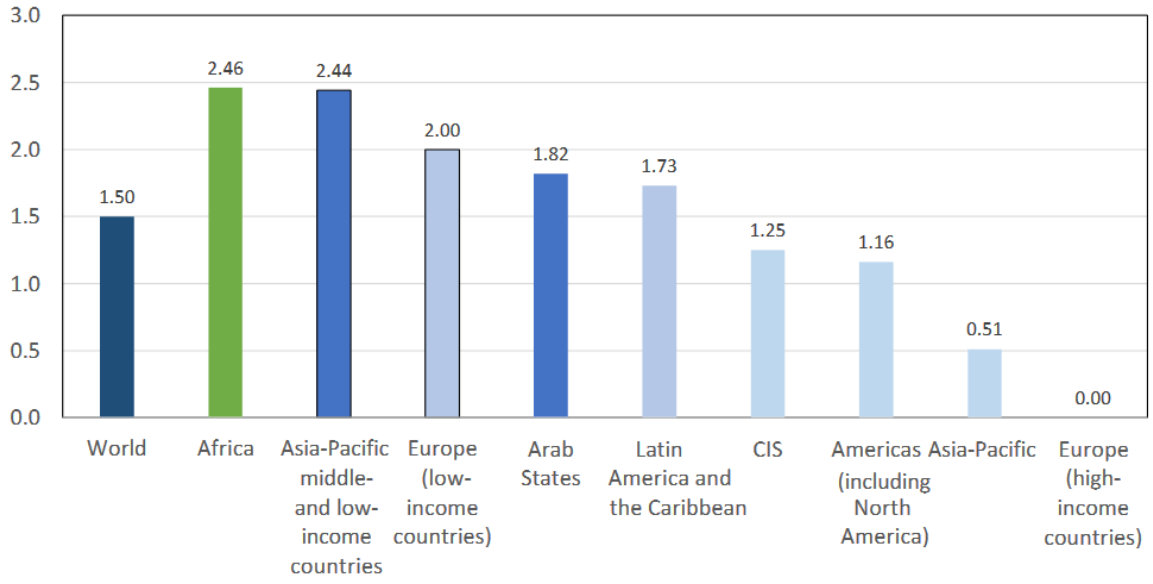
براساس گزارش ITU در سال ۲۰۲۰ درخصوص بررسی تاثیرات اقتصادی پهن باند ثابت و همراه و مطابق با داده های ۱۳۹ کشور طی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸، نشان می دهد که افزایش ۱۰ درصد ضریب نفوذ پهن باند ثابت، رشد اقتصادی به میزان ۰,۷۷ درصد افزایش همراه خواهد شد. این میزان برای مناطق مختلف جهان در نمودار زیر نشان داده شده است.



Source: ITU. How broadband, digitization and ICT regulation impact the global economy: Global econometric modelling. November 2020.

شکل ۲: تاثیر رشد اقتصادی حاصل از افزایش ۱۰ درصدی نفوذ پهن باند ثابت در مناطق مختلف جهان

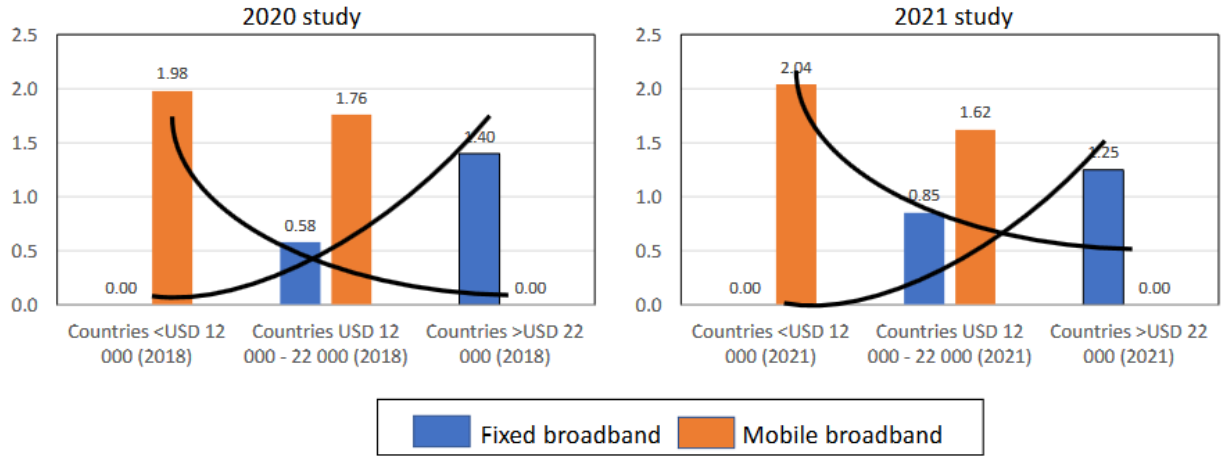
شکل ۳، تاثیر افزایش ۱۰ درصدی نفوذ پهن باند همراه را بر رشد اقتصادی در مناطق مختلف جهان را نشان می دهد.



Source: ITU. How broadband, digitization and ICT regulation impact the global economy: Global econometric modelling. November 2020.

شکل ۳: تاثیر رشد اقتصادی حاصل از افزایش ۱۰ درصدی نفوذ پهن باند همراه در مناطق مختلف جهان

همانطوریکه مشاهده می شود، اتصال پهن باند همراه می تواند تاثیر اقتصادی سریع و قابل توجهی در اقتصادهای نوظهور داشته باشد. البته مطابق گزارش ITU این تاثیر به دلیل بازده نزولی با افزایش نفوذ، کاهش می یابد. در مقابل سطح سود در پهن باند ثابت، افزایش خواهد یافت.



Source: ITU; analysis by the authors.

شکل ۴: تاثیر رشد اقتصادی حاصل از افزایش ۱۰ درصدی نفوذ پهن باند ثابت و همراه براساس سطح توسعه اقتصادی کشورها

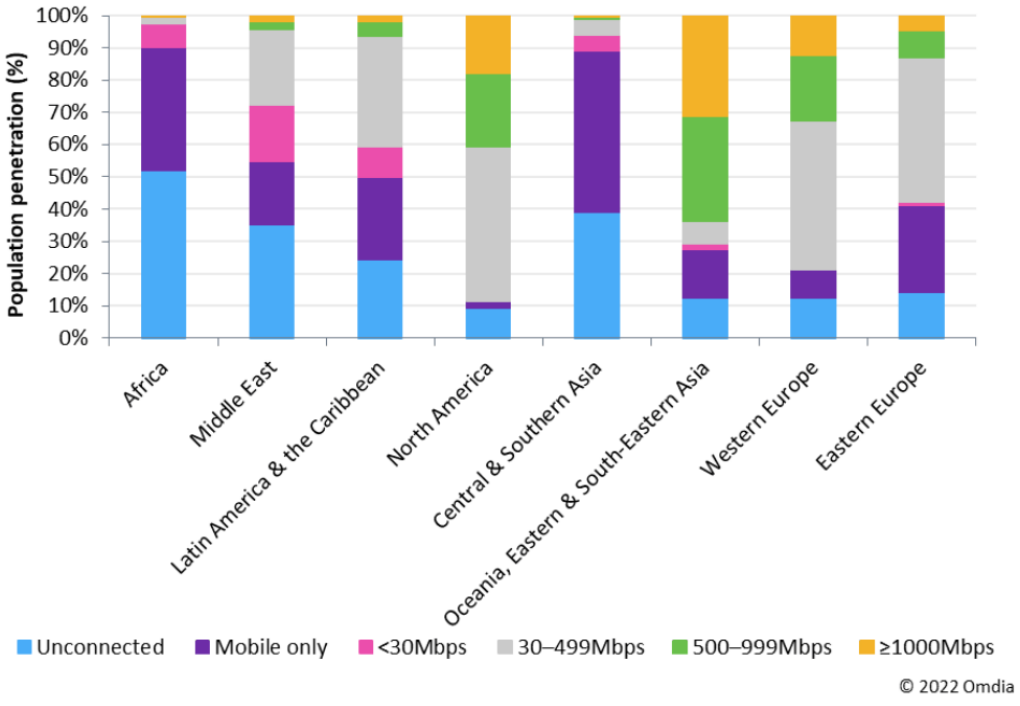
هر چه بلوغ پهن باند یک کشور بیشتر باشد، توانایی بیشتری در افزایش دیجیتالی شدن و افزایش جذب تاثیرات اقتصادی دارد. بنابراین ضروری است که کشورها برای این منظور صرفا به اتصال ۱۰۰ درصدی پهن باند ثابت فشار آورند.

با این حال، مزایای پهن باند فراتر از مزایایی است که بطور مستقیم منجر به درآمدزایی شود. به عنوان نمونه، براساس مطالعه بانک جهانی، شانس یک جمعیت تحصیلکرده برای یافتن شغل در صورت دسترسی به زیرساخت های فیبر نوری به میزان ۷ تا ۱۳ درصد افزایش می یابد.

۱-۲ کاهش شکاف دیجیتالی جدید

شبکه های پهن باند با سرعت بالاتر و تاخیر کمتر می توانند تعداد بیشتری از برنامه های پیچیده و مبتنی بر ابر را پشتیبانی کنند، این مجموعه گسترده از برنامه های کاربردی دیجیتالی به افزایش کارایی و رشد یک کشور منجر می شود. بنابراین کیفیت یک اتصال به اندازه خود اتصال مهم است و شکاف دیجیتالی آینده فقط منحصر به سطح اتصال نیست، بلکه براساس سطح اتصال پهن باند ثابت با سرعت بالا سنجیده خواهد شد.

طی پنج سال آینده، جمعیت جهان که بدون ارتباط باقی می‌مانند از ۴۵ درصد به ۲۷ درصد کاهش خواهد یافت. با این حال، نوع خدماتی که کاربران در مناطق مختلف جهان هنگام اتصال به شبکه دریافت می کنند یکسان نیست. این روند در شرایطی که جهان به سمت توسعه متاورس و واقعیت مجازی است، مساله بحرانی را در مناطقی با سرعت های پایین پهن باند ایجاد خواهدکرد. لذا توسعه سراسرس پهن باند (فیبر) می تواند در کاهش شکاف دیجیتالی در حال ظهور، تاثیرگذار باشد.

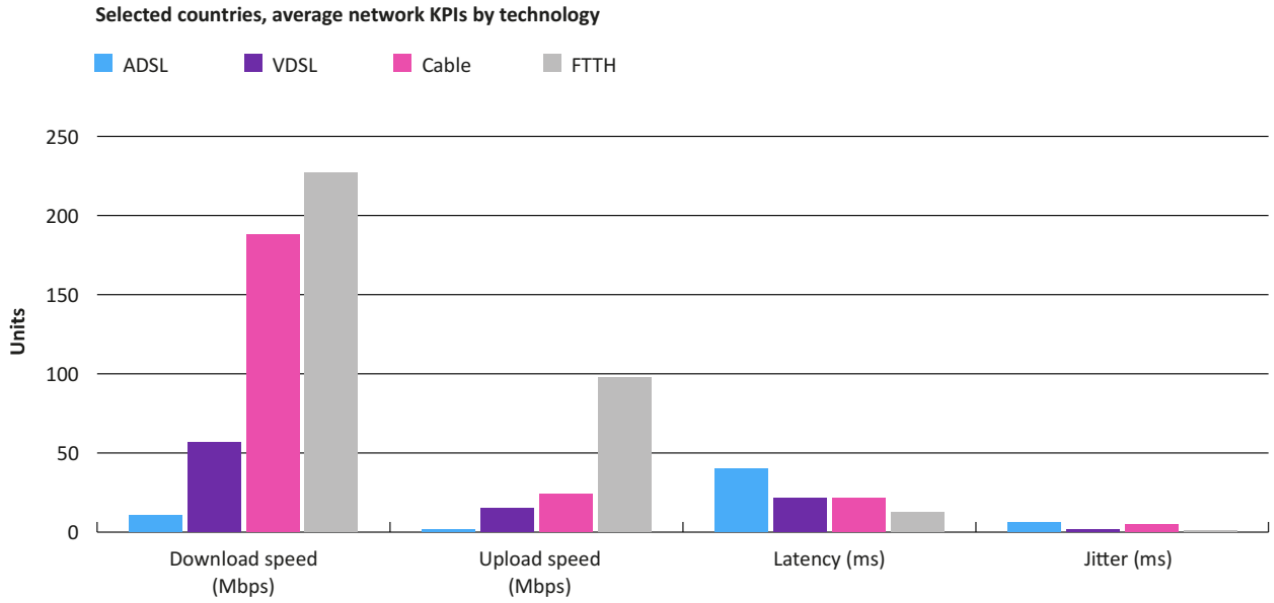


شکل ۵: پیش بینی درصد جمعیت متصل ها براساس سرعت دسترسی پهن باند ثابت در مناطق مختلف جهان، ۲۰۲۳

۲ فیبر: آخرین فناوری پهن باند

شبکه‌های فیبر نوری سراسری از سایر فناوری‌های پهن باند در تمام معیارهای کیفیت سرویس از جمله ویژگی‌های سازگاری شبکه برتر و همچنین عملکرد بهتری دارند، بنابراین در نهایت بهترین کیفیت تجربه (QoE) را برای مشتری فراهم می کنند.

شبکه های مبتنی بر فیبر به عنوان شبکه های ارتباطی پایدار و مقرون به صرفه با پهنای باند بالا، پایداری، قابلیت اطمینان و تاخیر کمتر شناخته می شوند. داده‌های شبکه واقعی از گزارش Medux با عنوان «باندپهن ثابت مسکونی در اروپا» - مطابق شکل ۶، نشان می‌دهد که تا چه میزانی فیبر در همه زمینه‌ها از سایر فناوری‌ها بهتر عمل می‌کند. از آنجایی که یک شبکه مبتنی بر فیبر نه تنها از سایر فناوری‌ها در تمام معیارهای QoS بهتر عمل می‌کند، بلکه دارای ویژگی‌های سازگاری برتر در شبکه است که ثابت شده است بهترین خدمات QoE را به کاربر ارائه می‌دهد.



شکل ۶ : شاخص های کیفیت عملکرد شبکه براساس فناوری های مختلف

۲-۱ تاثیرات زیست محیطی فیبر

فیبر، به دستورکار محیط زیست مخابراتی[۱] کمک می کند. دستورکار محیط زیست، موضوع مهمی برای دولت ها و شرکت های خصوصی تبدیل شده است و بسیاری از ارائه دهندگان خدمات پهن باند، عناصر محیطی را در فهرست ارزش های همکاری خود قرارداده اند. انتقال به یک شبکه ۱۰۰ درصد فیبر نوری می تواند به چنین ابتکاراتی کمک

[۱] telco green agenda

کند، زیرا فیبر دارای چندین ویژگی ذاتی است که آن را در مقایسه با شبکه های مبتنی بر مس، دوستدار محیط زیست می کند.

شبکه های کاملا فیبر به تجهیزات فعال کمتری در میدان برای تامین انرژی نیاز دارند که مصرف انرژی را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد. یک شبکه توزیع نوری (ODN) نیازی به برق ندارد. علاوه بر این، از آنجایی که فیبر، ظرفیت پهنای باند قابل توجهی در کسری از اندازه و وزن سیم‌کشی مسی دارد، به توان بسیار کمتری در هر بیت نیاز دارد. به طور معمول، طبق گفته فروشنده تجهیزات Huawei، به ازای هر ۱۰۰۰۰ اتصال دسترسی که از دسترسی مسی به یک شبکه نوری غیرفعال GPON ایجاد می‌شود، اپراتور بیش از ۱۵۰۰ کیلووات ساعت در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌کند.

در سال ۲۰۱۹، Telefónica (اسپانیا) اعلام کرد که شبکه FTTH آن ۸۵ درصد از زیرساخت مسی قدیمی‌اش بازده انرژی بیشتری دارد. به گفته این اپراتور، توسعه FTTH در طی سه سال به میزان ۲۰۸ گیگاوات ساعت صرفه جویی به دنبال داشته است که نشان دهنده کاهش ۵۶۵۰۰ تنی انتشار CO2 است. مطالعه سال ۲۰۱۷ توسط Europacable که یک سازمان اروپایی نماینده تولیدکنندگان سیم و کابل می باشد نشان داده است که فیبرنوری نسبت به فناوری کابل DOCSIS به میزان ۶۴ درصد بیشتر در مصرف انرژی، کارآمدتر است. مطابق این بررسی، شبکه های فیبر با سرعت ۵۰ مگابیت در ثانیه، ۵۶ کیلووات ساعت به ازای هر نفر در سال انرژی مصرف می کنند که این میزان در مقایسه با ۸۸ کیلووات ساعت برای DOCSIS قابل توجه است.

۲-۲ مزایای فیبر برای اپراتورها

شبکه های تمام فیبر علاوه بر ارائه یک تجربه QoS برتر و کمک به تسریع رشد اجتماعی-اقتصادی، دارای چندین مزیت شبکه هستند. زیرساخت تمام فیبر همچنانکه جدیدتراست، از مواد با انعطاف پذیری بیشتر و نسبت به شبکه های مبتنی بر مس، از بخش های passive بیشتری ساخته شده است. این ویژگی ها به این معنی است که شبکه های کاملا فیبر به تعمیر و نگهداری به مراتب کمتری نیاز دارند و از آنجایی که برای تامین انرژی به تجهیزات فعال در میدان نیاز ندارند، مصرف انرژی آنها کمتر و نیاز کمتری نیز به تعمیر و نگهداری میدانی برای این شبکه ها وجود دارد. طبق گزارش ها، به ازای هر ۱۰ هزار اتصال از دسترسی مسی به GPON ؛ بیش از ۱۵۰۰ کیلو وات ساعت در مصرف انرژی صرفه جویی می شود.

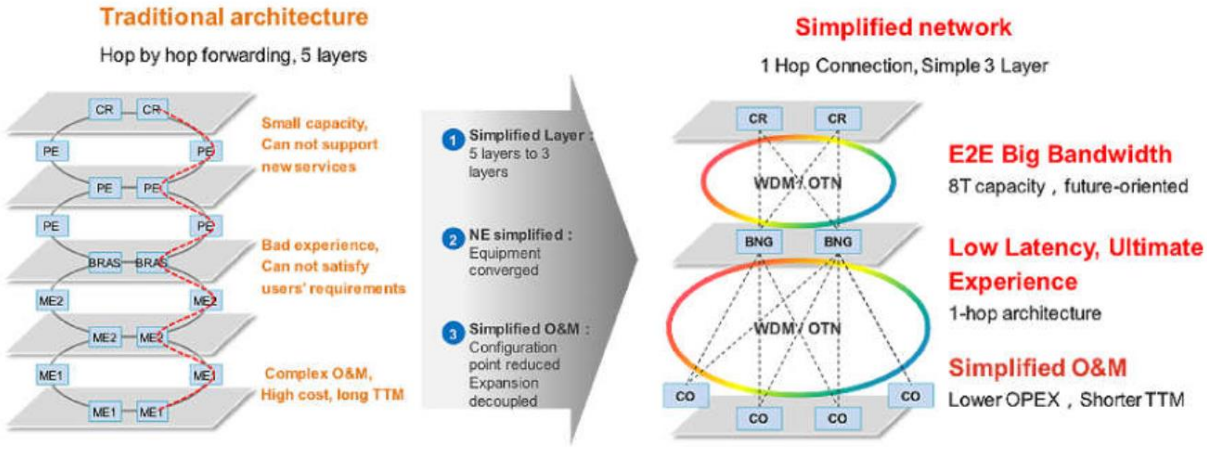
علاوه بر این، کابل‌کشی فیبر می تواند ظرفیت پهنای باند بسیار بالاتری را در کسری از اندازه نسبت به وزن سیم‌کشی مسی ارائه کند. این شبکه ها از کابل‌کشی بسیار کمتر، رک و سوئیچ کمتری نسبت به شبکه‌های مبتنی بر مس استفاده می‌کند که موجب صرفه جویی در فضای فیزیکی و هزینه خواهدشد. در نهایت، اندازه کوچکتر کابل

های نوری امکان استقرار آنها را با استفاده از تکنیکی به نام میکروترنچینگ[۱] فراهم می کند که نسبت به ترنچ های شبکه مخابراتی سنتی ارزان تر، سریع تر و تخریب زیست محیطی کمتری دارد.

۲-۳ بهینه سازی معماری شبکه

شبکه های دسترسی غیرفعال نوری (PON) درحال حاضر از مشتریان و برنامه های کاربردی مسکونی و غیرمسکونی پشتیبانی می کنند. انواع نسل بعدی PON مانند 10G PON نیز برای پشتیبانی از نیازهای آینده و همگرایی تلفن همراه ثابت (FMC) بهینه شده اند، زیرا ترافیک حمل و نقل (مانند بک هال بی سیم) را می توان از طریق زیرساخت PON مشابه خدمات کاربر نهایی (end-user) پشتیبانی کرد. این رویکرد با صرفه جویی در دارایی های فیبر و هزینه های، بازگشت سرمایه[۲] را سریعتر نتیجه می دهد. نسل بعدی شبکه های دسترسی PON نیز، پشتیبانی از کلیه خدمات سازمانی و برنامه های کاربردی شهر هوشمند درآینده را تضمین[۳] می کند.

توجه به این نکته مهم است که شبکه انتقال آینده یک Dumb pipe نیست که کاملاً به قابلیت های IP وابسته باشد، بلکه به منظور تضمین اطمینان از تجربه کاربر، بیشتر به شبکه های نوری انتها به انتها متکی خواهد بود. این امر منجر به تغییر ذهنیت از مسطح سازی مترو از حالت سنتی ۵ هاپ به یک دسترسی نوری تک هاپ شده است (شکل ۷). یک شبکه نوری زیربنایی (مالتی پلکسی با تقسیم طول موج [WDM] و OTN) که شبکه مترو و ستون فقرات آن توسط شبکه تمام نوری مسطح شده است می تواند شبکه پهن باند با انعطاف پذیری، قابلیت اطمینان و SLA بالاتر را برای خدمات کسب و کار عمودی و کاربران خانگی تضمین کند.



شکل ۷:: حرکت به یک شبکه نوری با معماری مسطح جهت بهینه سازی بهره وری

[۱] microtrenching

[۲] ROI

[۳] future-proofe

شبکه‌های انتها به انتهای مبتنی بر IP، پایه‌ای برای ساخت شبکه FMC واقعی هستند که می توانند قابلیت‌های مسیریابی و سوئیچینگ سریع خدمات را فراهم می‌کنند. اپراتورهای شبکه از پورت های IP برای اتصال ایستگاه های پایه شبکه دسترسی رادیویی 5G (eNodeBs) با واسط های 10G یا 25G برای پشتیبانی از 50G یا 100G در هر حلقه و هدایت ترافیک به روترهای هسته فوق‌سریع از طریق تجمیع کننده های مترو ابری استفاده می کنند. برای محاسبات لبه و برنامه های حساس به تأخیر و بسیاری از مراکز خدمات نزدیک به لبه برای پاسخگویی سریع تز از مترو ابری استفاده می شود. یک مثال عالی از این نوع خدمات، شبکه تحویل محتوای توزیع شده لبه CDN[۱] است. مسیریابی بخشی (Segment routing)، نیاز به مهندسی ترافیک پروتکل رزرو منابع را برطرف می کند. علاوه بر این، سخت‌افزار و نرم‌افزار مسیریاب‌های استقرار Brownfield موجود برای پشتیبانی از برش نرم و سخت برای بسیاری از سرویس‌های حساس به زمان دیجیتال، نیاز به‌روزرسانی‌هایی دارند. یک شبکه تمام نوری با پروتکل های هوشمند یک الزام برای جامعه گیگابیتی است.

۳ مراجع

[1]. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.COV_ECO_IMPACT_B-2021-PDF-E.pdf
[2]. https://worldbroadbandassociation.com/wp-content/uploads/2021/08/FDI-White-Paper-Final_151020.pdf
[3]. https://informatech.turtl.co/story/omdia-fdi-analysis-2022/page/3/1

[۱] edge-distributed content delivery network (CDN(

نشانی: تهران، انتهای کارگر شمالی، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، معاونت پژوهش و توسعه ارتباطات علمی

تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۵

نمابر: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۶