

بررسی وضعیت توسعه فیبر نوری در ایران: تجربیات جهانی و چالش‌های ملی



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۴/۲۸

شماره مسلسل: ۲۰۸۳۲
کد موضوعی: ۳۱۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:
بررسی وضعیت توسعه فیبر نوری در ایران:
تجربیات جهانی و چالش‌های ملی

نوع گزارش: طرح/ لایحه ، نظارتی ، راهبردی ، پیش‌نویس قانونی

نام دفتر:

مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه فناوری اطلاعات و ارتباطات)

تهیه و تدوین کنندگان:

محمدحسن هدایتی (گروه فناوری اطلاعات و ارتباطات)
حسن پوراسماعیل (گروه فناوری اطلاعات و ارتباطات)
محمدامین احمدلو (گروه فناوری اطلاعات و ارتباطات)

ناظر علمی:

حبیب‌اله ظفریان

اظهار نظر کنندگان:

بهروز طهماسب کاظمی (معان هماهنگی و خدمات پژوهشی)
مهسا پایاب (گروه عمران و شهرسازی)

گرافیک و صفحه آرایی:

نفیسه حاجی صفری

ویراستار ادبی:

اکرم وحدانی‌فر

واژه‌های کلیدی:

۱. فیبر نوری
۲. سیاست‌گذاری ارتباطات
۳. زیرساخت ارتباطات
۴. فیبر نوری به منازل و اماکن
۵. مخابرات

تاریخ شروع مطالعه:

۱۴۰۳/۵/۱۵



فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۸
۲. معرفی فیبر نوری.....	۹
۳. مقایسه وضعیت زیرساخت ارتباطات در ایران با سایر کشورها.....	۱۱
۴. تجربیات کشورهای مختلف در بهره‌مندی از شبکه فیبر نوری.....	۱۶
۵. تاریخچه توسعه فیبر نوری در ایران.....	۲۶
۶. وضعیت تحقق اهداف.....	۲۷
۷. حمایت‌ها و الزامات قانونی مرتبط با توسعه فیبر نوری.....	۲۸
۸. چالش‌های توسعه فیبر نوری در کشور.....	۳۱
۹. جمع‌بندی و پیشنهادها برای توسعه فیبر نوری در ایران.....	۳۳
منابع و مآخذ.....	۳۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. نمای کلی از نحوه معماری FTTX با توجه به فاصله بین فیبر نوری و کاربر نهایی.....	۱۰
شکل ۲. نفوذ اینترنت جهان در سال‌های ۲۰۲۴-۲۰۱۰ (درصد).....	۱۱
شکل ۳. نمودار مقایسه ضریب نفوذ اینترنت ایران و کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۲.....	۱۲
شکل ۴. نمودار مقایسه سرعت متوسط اینترنت ثابت و همراه در ایران و کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۴ بر حسب مگابیت بر ثانیه (Mbps).....	۱۳
شکل ۵. نمودار ضریب نفوذ شبکه فیبر نوری در کشورها در سال ۲۰۲۳.....	۱۵
شکل ۶. تعداد سرویس‌گیرنده (کاربر) شبکه فیبر نوری ایران.....	۲۷
شکل ۷. نمودار تعداد سرویس‌گیرنده‌های اینترنت طی مدت اجرای طرح حمایتی (۱۴۰۳-۱۳۹۹).....	۲۷
شکل ۸. نمودار تعداد خانوارهای تحت پوشش طی مدت اجرای طرح حمایتی (۱۴۰۳-۱۳۹۹).....	۲۸

فهرست جداول

جدول ۱. ابزارهای سیاست‌گذاری برای توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری آمریکا (اهداف، مزایا و نمونه‌ها).....	۲۳
جدول ۲. سیاست‌ها و راهبردهای کلیدی توسعه فیبر نوری در کشورهای منتخب.....	۲۵
جدول ۳. حمایت‌ها و الزامات قانونی مرتبط با توسعه فیبر نوری.....	۲۸



بررسی وضعیت توسعه فیبر نوری در ایران: تجربیات جهانی و چالش‌های ملی

چکیده



توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری به‌عنوان یکی از محورهای اساسی در تحول دیجیتال و گسترش دسترسی به اینترنت پرسرعت، در سال‌های اخیر در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است. سرعت بالا، پایداری بیشتر و ظرفیت گسترده در انتقال اطلاعات از ویژگی‌های این فناوری است. رشد روزافزون تقاضا برای اینترنت پرسرعت و خدمات برخط در کشورمان سبب شده است تا توسعه شبکه فیبر نوری به‌عنوان یکی از اولویت‌های اصلی حوزه ارتباطات کشورمان مطرح شود. طبق آمار، تا آذرماه ۱۴۰۳، حدود ۶۱۵ هزار مشترک در حال دریافت خدمت از زیرساخت فیبر نوری هستند که از این تعداد حدود ۳۹۱ هزار نقطه به‌صورت FTTH و حدود ۲۲۴ هزار نقطه به‌صورت اتصال VDSL است. نتایج نشان می‌دهد تا تحقق اهداف تعیین شده برای پروژه فیبر نوری کشور فاصله زیادی وجود دارد.

بررسی برنامه‌های توسعه فیبر نوری در کشورهای پیشرو و منطقه نشان می‌دهد که مدل‌های متنوعی در توسعه، نظارت و حمایت دولت دنبال می‌شود که شیوه‌هایی نظیر مدل توسعه دولتی-خصوصی، رشد متوازن شبکه‌های فیبر در مناطق مختلف، مسیر توسعه این زیرساخت ارتباطی را تسهیل کرده است.

یافته‌ها نشان می‌دهد که شفافیت نداشتن در مدیریت منابع مالی، نبود نظارت کافی بر اجرای پروژه‌ها و ناهماهنگی میان سیاستگذاری و اجرا از موانع اصلی توسعه این فناوری در کشورمان است.

در این گزارش پیشنهادهایی از جمله، بهبود شفافیت مالی، تقویت نظارت، توسعه هماهنگ لایه‌های مختلف شبکه و کاهش انحصار در بازار ارتباطات ثابت ارائه شده است. پیگیری این پیشنهادها می‌تواند به تسریع روند توسعه فیبر نوری در ایران و بهبود شاخص‌های ارتباطی کشور کمک کند.

بیان / شرح مسئله

در سال‌های اخیر، گسترش اینترنت پرسرعت به یکی از نیازهای اساسی جوامع تبدیل شده است. این موضوع به علت افزایش روزافزون خدمات دیجیتال و وابستگی روزمره افراد و کسب و کارها به اینترنت است. اینترنت پرسرعت و پایدار به عنوان زیرساختی حیاتی برای ارتقای کیفیت زندگی، رشد اقتصادی و توسعه آموزشی شناخته می‌شود. در این زمینه، فناوری فیبر نوری به عنوان یکی از بهترین گزینه‌ها برای ارائه اینترنت ثابت با سرعت و ظرفیت بالا مطرح است. ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای دیگر، توسعه شبکه فیبر نوری را به عنوان یکی از اولویت‌های ملی خود در نظر گرفته است. با این حال، مقایسه شاخص‌های ارتباطی ایران با سایر کشورها نشان می‌دهد که هنوز فاصله زیادی در بهره‌مندی از این فناوری وجود دارد. چالش‌هایی نظیر، مشکلات مالی، ضعف در نظارت و محدودیت‌های همکاری میان نهادهای اجرایی، روند توسعه این شبکه را با موانع جدی مواجه کرده است. این گزارش به منظور بررسی وضعیت کنونی فیبر نوری در ایران و شناسایی چالش‌های موجود تهیه شده است. همچنین، تجربیات موفق جهانی بررسی و پیشنهادهایی عملی برای بهبود روند توسعه این فناوری در کشور ارائه شده است.

نقطه نظرات / یافته‌های کلیدی

بررسی سرعت متوسط اینترنت همراه نشان می‌دهد که این شاخص در ایران حدود ۳۸ مگابیت بر ثانیه است، در حالی که این شاخص در کشورهایمانند کره جنوبی، ایالات متحده و امارات متحده عربی به مراتب بالاتر است و به ترتیب به ۱۴۳، ۱۰۸ و ۴۱۳ مگابیت بر ثانیه می‌رسد. در حوزه اینترنت ثابت نیز وضعیت مشابهی دیده می‌شود؛ سرعت متوسط اینترنت ثابت در ایران حدود ۱۵ مگابیت بر ثانیه است که نسبت به میانگین جهانی یعنی ۹۴ مگابیت بر ثانیه فاصله زیادی دارد. در کشورهای پیشرفته‌ای مانند ایالات متحده و کره جنوبی این شاخص به ترتیب به ۲۴۶ و ۱۶۰ مگابیت بر ثانیه می‌رسد و در کشورهای ترکیه و ایتالیا نیز به ترتیب ۴۶ و ۸۰ مگابیت بر ثانیه ثبت شده است. مقایسه وضعیت شاخص‌های پایه مخابراتی ایران با کشورهای مورد بررسی نشان می‌دهد که بیشتر کشورهای منطقه با سرمایه‌گذاری گسترده در زیرساخت‌های ارتباطی، ارتقای اینترنت را به عنوان اولویت کلیدی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی خود هدف گذاری کرده‌اند.

بررسی برنامه‌های توسعه ارتباطات در کشورهای پیشرو نشان می‌دهد که توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری یکی از مؤثرترین مسیرها برای ارتقای کیفیت اینترنت ثابت و همراه است. طبق آمار رسمی ارائه شده از سوی وزارت ارتباطات تا آذرماه ۱۴۰۳، حدود ۶۱۵ هزار مشترک در حال دریافت خدمت از خدمات از زیرساخت فیبر نوری هستند که از این تعداد حدود ۳۹۱ هزار نقطه به صورت فیبر نوری FTTH و حدود ۲۲۴ هزار نقطه به صورت اتصال VDSL است. نتایج نشان می‌دهد تا تحقق اهداف تعیین شده برای پروژه فیبر نوری کشور فاصله زیادی وجود دارد. در حالی که در کشورهای توسعه یافته این شبکه به عنوان ستون فقرات ارتباطی نقش اصلی را ایفا می‌کند. کشورهایی مانند ژاپن و بریتانیا با تأکید بر ارائه تسهیلات مالی و شراکت با بخش خصوصی، زمینه رشد متوازن شبکه‌های فیبر را در حوزه‌های شهری و روستایی فراهم کرده‌اند. در مقابل، آمریکا با نقش آفرینی گسترده دولت و اختصاص بودجه‌های کلان، تمرکز ویژه‌ای بر کاهش شکاف دیجیتال و بهینه‌سازی منابع داشته است. اتحادیه اروپا نیز از طریق سیاست‌های هماهنگ، یارانه‌های حمایتی و چارچوب نظارتی مشترک، مسیر توسعه پایدار این زیرساخت را در کشورهای عضو تسهیل کرده است. یکی از مشکلات اساسی، نبود شفافیت در تأمین مالی پروژه‌های فیبر نوری است. نقش دولت و بخش خصوصی در تأمین منابع مالی به طور واضح مشخص نیست و این امر موجب کاهش اعتماد و کارایی در اجرای پروژه‌ها شده است. علاوه بر این، نظارت ناکافی بر کیفیت و کمیت پروژه‌ها، خطر هدررفت منابع و کاهش بهره‌وری را افزایش داده است.

یکی دیگر از چالش‌ها ساختار نامناسب تعرفه گذاری برای اینترنت ثابت و سیار است. عدم تنظیم صحیح تعرفه‌ها باعث شده است که کاربران تمایلی به استفاده از اینترنت ثابت نداشته باشند و به جای آن نیازهایشان را از طریق اینترنت سیار تأمین کنند. این وضعیت، تقاضا برای خدمات فیبر نوری را کاهش داده و فشار زیادی بر شبکه‌های سیار ایجاد کرده است.

علاوه بر این، ناهماهنگی در توسعه لایه‌های مختلف شبکه فیبر نوری یکی دیگر از چالش‌های موجود به شمار می‌آید. تمرکز بیش از حد بر توسعه لایه‌های دسترسی و غفلت از لایه‌های تجمیع و هسته شبکه، باعث کاهش کارایی کلی زیرساخت و ایجاد گلوگاه‌های فنی شده است. همچنین، محدودیت‌های همکاری میان دستگاه‌های اجرایی و تأخیر در صدور مجوزها نیز از دیگر موانع مهم به حساب می‌آید. نبود نهاد



هماهنگ‌کننده برای تسهیل در اجرای پروژه‌ها، به افزایش هزینه‌ها و کاهش سرعت پیشرفت پروژه‌ها منجر شده است. از سوی دیگر، نبود محتوای دیجیتال کافی و ناآگاهی عمومی درباره مزایای فیبر نوری، باعث محدود شدن تقاضا برای این خدمات شده است. کاربران به خدماتی، که به پهنای باند بالا نیاز دارند، مانند استریم ویدئو یا بازی‌های برخط، کمتر روی می‌آورند و این موضوع موجب کندی روند توسعه می‌شود.

پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

برای حل چالش‌های موجود، ضروری است که شفافیت در مدیریت منابع مالی برقرار شود. راه‌اندازی سیستم‌های حسابرسی مستقل برای نظارت بر نحوه تخصیص منابع صندوق توسعه فیبر نوری می‌تواند به افزایش اعتماد عمومی کمک کند. همچنین، الزام اپراتورها به ارائه گزارش‌های شفاف درباره هزینه‌ها و بازدهی پروژه‌ها از دیگر اقداماتی است که می‌تواند به بهبود کارایی بینجامد. برای تقویت نظارت بر پروژه‌ها، لازم است از فناوری‌های پیشرفته‌ای استفاده و تیم‌های نظارتی مستقل تشکیل شود. علاوه بر این، تدوین و اجرای استانداردهای سخت‌گیرانه برای توسعه شبکه در تمامی مراحل پروژه امری ضروری است. هماهنگی در توسعه لایه‌های مختلف شبکه نیازمند برنامه جامع ملی است. ارائه مشوق‌های مالی برای سرمایه‌گذاری در لایه‌های بالادستی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین می‌تواند به بهبود ظرفیت و کارایی شبکه کمک کند. برای افزایش تقاضا، لازم است که در تولید محتوای دیجیتال جذاب مانند خدمات بازی‌های برخط و تلویزیون اینترنتی (IPTV) سرمایه‌گذاری شود. علاوه بر این، برگزاری کمپین‌های اطلاع‌رسانی به منظور آگاه‌سازی عمومی درباره مزایای فیبر نوری و کاهش هزینه‌های اشتراک می‌تواند به جذب کاربران بیشتر کمک کند.

پیشنهاد می‌شود، سیاست‌های منسجمی به منظور کاهش هزینه‌ها و تسریع در اجرای پروژه‌ها به کار گرفته شود. در نهایت، بازنگری در اهداف کمی و کیفی پروژه و همگام‌سازی آن با برنامه هفتم توسعه و تمرکز بر بهبود کیفیت خدمات موجود، به جای صرفاً گسترش پوشش شبکه، توصیه می‌شود. همچنین، تعریف چارچوب‌های قانونی به منظور جلوگیری از انحصار و تسهیل ورود اپراتورهای جدید به بازار، می‌تواند به ایجاد رقابتی سالم‌تر در این حوزه کمک کند.

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، توسعه شبکه اینترنت و افزایش دسترسی عمومی به آن موجب رشد چشمگیر استفاده از خدمات و کاربردهای اینترنت شده است. این رشد تقاضا، وابستگی روزمره افراد به اینترنت پرسرعت و پایدار را به یکی از نیازهای اساسی جوامع تبدیل کرده است. در نتیجه، توسعه زیرساخت‌های ارتباطی با پهنای باند بالا و عملکرد قوی بیش از پیش ضرورت پیدا می‌کند. در این میان، دو گونه فناوری بی‌سیم و باسیم در جوامع مختلف مورد توجه قرار گرفته‌اند. در سال‌های اخیر شبکه دسترسی فیبر نوری به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین راهکارهای بهبود ارتباطات اینترنتی ثابت در سطح جهانی شناخته شده است. این فناوری با ویژگی‌هایی همچون سرعت بسیار بالا، پایداری قابل توجه و ظرفیت‌های گسترده، به کاربران امکان دسترسی به اینترنت با کیفیت و عملکرد برتر را می‌دهد.

از سوی دیگر، فناوری نسل پنجم ارتباطات سیار (5G) به‌عنوان جدیدترین فناوری بی‌سیم، با افزایش قابل توجه سرعت اینترنت همراه، نیازمند زیرساخت‌های قدرتمندی همچون شبکه‌های فیبر نوری است تا بتواند تمام ظرفیت‌های خود را عملی کند.

همچنین، فیبر نوری به‌عنوان جزء اصلی شبکه‌های ارتباطی مادر، نقش حیاتی در انتقال داده‌ها با سرعت و پایداری بالا ایفا می‌کند. این فناوری نه‌فقط برای زیرساخت‌های اصلی ارتباطات، بلکه برای اتصال کاربران

نهایی نیز اهمیت زیادی دارد. به همین منظور، کشورهای مختلف برنامه‌های متنوعی را برای گسترش استفاده از اتصالات فیبر نوری تا منازل، ساختمان‌ها و ایستگاه‌های مخابراتی طراحی و اجرا کرده‌اند.

در ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای دیگر، توسعه زیرساخت‌های ارتباطی به‌ویژه توسعه شبکه فیبر نوری به‌عنوان یکی از اولویت‌های ملی حوزه ارتباطات شناخته شده است. با توجه به نیاز روزافزون به اینترنت پرسرعت و خدمات برخط، برنامه‌های گسترده‌ای برای گسترش شبکه فیبر نوری در کشور تدوین و اجرا شده‌اند. با این حال، مقایسه وضعیت شاخص‌های ارتباطی ایران با سایر کشورها نشان می‌دهد که هنوز فاصله قابل توجهی در بهره‌مندی از این فناوری وجود دارد. در همین راستا، بررسی تجربیات موفق سایر کشورها و ارزیابی چالش‌های توسعه فیبر نوری در کشورمان می‌تواند راهکارهایی عملی برای مواجهه با این چالش‌ها و تسریع روند توسعه فیبر نوری در ایران ارائه دهد.

این گزارش با هدف بررسی وضعیت کنونی فیبر نوری در ایران، سیاست‌ها و برنامه‌های مرتبط، تجربیات بین‌المللی موفق، شناسایی و تحلیل چالش‌های موجود تدوین شده است و در نهایت پیشنهادها را برای بهبود و تسریع روند توسعه فیبر نوری در کشور ارائه می‌دهد.

۲. معرفی فیبر نوری

فیبر نوری به‌عنوان یکی از پیشرفته‌ترین فناوری‌های ارتباطی، نقش کلیدی در انتقال داده‌ها با سرعت و کیفیت بالا ایفا می‌کند. این فناوری از رشته‌های نازک شیشه یا پلاستیک ساخته شده است که می‌تواند داده‌ها را به‌صورت پالس‌های نوری با سرعتی نزدیک به سرعت نور انتقال دهد. فیبر نوری به دلیل پهنای باند بالا و مقاومت در برابر تداخلات الکترومغناطیسی، به‌عنوان گزینه‌ای ایده‌آل برای ارائه خدمات اینترنتی، تلفن و تلویزیون با کیفیت بسیار بالا شناخته می‌شود. این ویژگی‌ها باعث شده است که فیبر نوری به‌عنوان زیرساخت اصلی شبکه‌های ارتباطی مدرن در سطح جهان مورد توجه قرار گیرد. همچنین رشد روزافزون تقاضا برای اینترنت پرسرعت و پایدار، استفاده از فیبر نوری را به‌عنوان راه‌حل زیرساختی پایدار و پیشرفته برای حال و آینده ضروری کرده است.

در ادامه، به معرفی انواع مختلف توسعه شبکه فیبر نوری در دنیا می‌پردازیم که شامل روش‌های مختلف انتقال فیبر نوری تا نقاط مختلف شبکه، از جمله خانه‌ها، اماکن، ساختمان‌ها و مناطق مختلف است و هر یک ویژگی‌ها و مزایای خاص خود را دارند [۱].

۲-۱. انواع توسعه شبکه فیبر نوری

در صنعت مخابرات انواع متفاوتی از پیکربندی‌های شبکه فیبر نوری وجود دارد. پرکاربردترین آنها عبارت‌اند از:

۱-۱-۲. توسعه فیبر نوری تا منازل (FTTH)

«فیبر نوری تا منازل»^۱ یا FTTH به معنای انتقال فیبر نوری تا محل زندگی افراد است. در این فناوری، فیبر نوری تا ورودی منازل، واحدهای مسکونی، اداری و تجاری کشیده می‌شود. شبکه‌های نوری غیرفعال گیگابیتی^۲ (GPON) و اترنت نقطه‌به‌نقطه، نمونه‌هایی از فناوری‌های مورد استفاده در FTTH هستند که امکان ارتباط مستقیم بین مراکز مخابراتی و ارائه‌دهندگان خدمات سه‌گانه (داده‌ها، صوت و تصویر) را فراهم می‌کنند. استفاده از فیبر نوری به‌عنوان زیرساخت اصلی انتقال اطلاعات در این روش، بهبود چشمگیری در سرعت و پایداری ارتباطات اینترنتی به همراه دارد.

۲-۱-۲. توسعه فیبر نوری تا محوطه اماکن (FTTP)

«فیبر نوری تا محوطه اماکن»^۳ یا FTTP، به‌عنوان اصطلاح کلی برای اشاره به فناوری‌های «فیبر نوری تا منازل» (FTTH) و «فیبر تا ساختمان» (FTTB) استفاده می‌شود. این نوع توسعه برای شبکه‌هایی به کار می‌رود که فیبر نوری را از مرکز اصلی تا محل مشتری از قبیل ورودی خانه، ساختمان، محل کارگاه، کارخانه یا محل کسب و کار می‌رساند.

1. Fiber to the Home (FTTH)

2. Gigabit Passive Optical Networks

3. Fiber to the Premises (FTTP)

۳-۱-۲. توسعه فیبر نوری تا ساختمان (FTTB)

FTTB و یا «فیبر نوری تا ساختمان»^۱ به معنای انتقال فیبر نوری تا ورودی ساختمان است. ممکن است اتصال نهایی به واحدهای مسکونی به روش‌های دیگر انجام می‌شود. این فناوری برای انتقال فیبر نوری تا ساختمان‌های بزرگ و سپس توزیع آن به واحدهای داخلی به کار می‌رود.

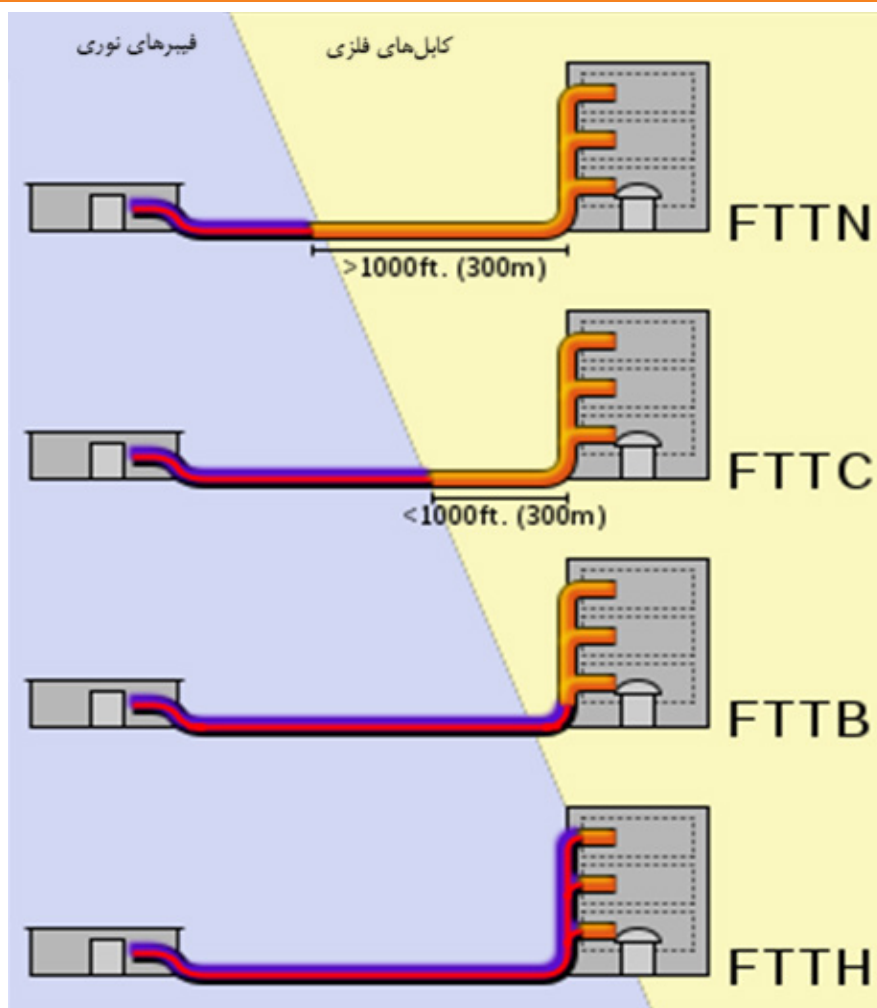
۴-۱-۲. توسعه فیبر نوری تا کابین مخابراتی (FTTC)

FTTC و یا «فیبر نوری تا کابین مخابراتی»^۲ به معنای انتقال فیبر نوری تا نزدیک به محل‌های مسکونی است. از این نقطه به بعد، ارتباطات از طریق کابل‌های مسی یا سایر فناوری‌های مخابراتی به خانه‌ها و ساختمان‌ها فراهم می‌شود.

۵-۱-۲. فیبر تا گره شبکه مخابراتی (FTTN)

FTTN و یا «فیبر تا گره شبکه مخابراتی»^۳ به معنای انتقال فیبر نوری تا کابینت خیابانی است که با مکان مشتری بیشتر از سیصد متر و حتی ممکن است کیلومترها فاصله داشته باشد و اتصال نهایی از طریق کابل‌های مسی انجام می‌شود. انواع مختلف توسعه شبکه فیبر نوری با توجه به نیازها و شرایط مختلف به عنوان راه‌حل‌های مناسب برای ارتباطات اینترنتی استفاده می‌شوند. انتخاب نوع مناسب فناوری فیبر نوری بستگی به فاصله مرکز توزیع، توپولوژی شبکه و نیازهای خاص منطقه دارد [۲].

شکل ۱. نمای کلی از نحوه معماری FTTH با توجه به فاصله بین فیبر نوری و کاربر نهایی [۳]



1. Fiber to the Building (FTTB)
2. Fiber to the Cabinet (FTTC)
3. Fiber to the Node (FTTN)

شکل ۱ نمایی کلی از نحوه معماری‌های FTTX (گره شبکه، کابینت مخابراتی، ساختمان، منزل) را با توجه به فاصله بین فیبر نوری و کاربر نهایی نشان می‌دهد. ساختمان سمت چپ مرکز مخابراتی است و ساختمان سمت راست یکی از اماکنی است که توسط مرکز مخابراتی ارائه خدمت می‌کند. مستطیل‌های خط‌چین واحدهای مسکونی، تجاری یا اداری در ساختمان را مشخص می‌کنند [۳].

۳. مقایسه وضعیت زیرساخت ارتباطات در ایران با سایر کشورها

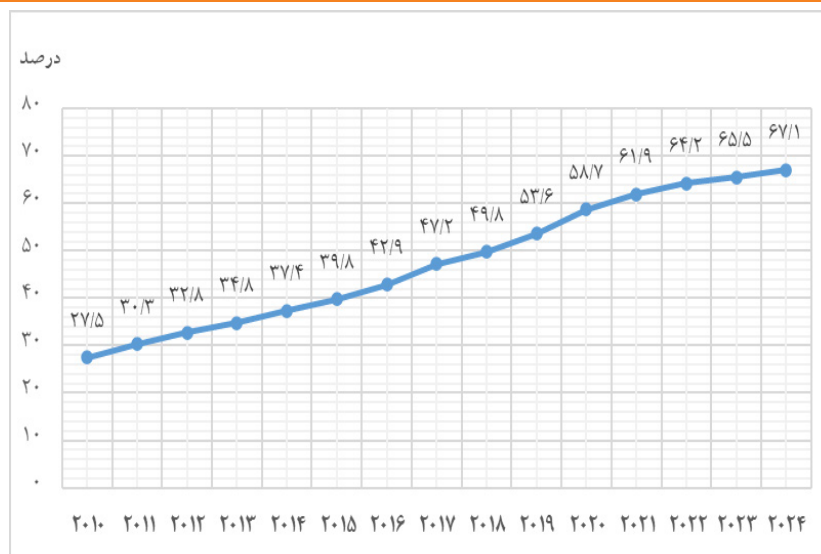
توسعه زیرساخت‌های ارتباطات کشورها اهمیت بسزایی در توسعه سایر بخش‌ها دارد. الگوی حکمرانی فضای مجازی کشورمان مبتنی بر توسعه شبکه ملی اطلاعات و تکمیل زیرساخت‌های قوی ارتباطات کشور است. در این بخش، مرور اجمالی از وضعیت زیرساخت‌های ارتباطات کشور از منظر شاخص‌های کلیدی آن انجام می‌شود.

۳-۱. ضریب نفوذ اینترنت

ضریب نفوذ اینترنت به درصد جمعیت کشور یا منطقه‌ای اشاره دارد که به اینترنت دسترسی دارند و از آن استفاده می‌کنند. این شاخص نشان می‌دهد که چه میزان از جمعیت به شبکه اینترنت متصل‌اند. این شاخص می‌تواند به‌عنوان معیاری مهم در بررسی توسعه دیجیتال و زیرساخت‌های ارتباطی کشور مورد استفاده قرار گیرد. هر چه ضریب نفوذ بالاتر باشد، بیانگر دسترسی بیشتر مردم به اینترنت و امکان بهره‌مندی از خدمات دیجیتال است.

در حال حاضر، آخرین داده‌های موجود در سطح کشورها نشان می‌دهد که ضریب نفوذ اینترنت جهان به ۶۷٫۱ درصد رسیده است. این بدان معناست که بیش از نیمی از جمعیت جهان به اینترنت دسترسی دارند و از آن استفاده می‌کنند. در مجموع، بعضی از کشورها حتی ضریب نفوذ اینترنت ۹۹ درصد یا بالاتر را گزارش کرده‌اند. کشورهای ثروتمندتر در آسیا نیز نرخ‌های چشمگیری از ضریب نفوذ اینترنت را به نمایش می‌گذارند. به‌عنوان مثال، ضریب نفوذ اینترنت در کشورهای بحرین، کویت، قطر، عربستان سعودی و امارات متحده عربی به بیش از ۹۹ درصد از کل جمعیت رسیده است. این موضوع نشان می‌دهد که تقریباً کل جمعیت این کشورها به اینترنت متصل‌اند و به بالاترین سطح دسترسی به اینترنت دست یافته‌اند؛ اما در بسیاری از کشورهای دیگر هنوز فاصله زیادی تا دسترسی کامل به اینترنت وجود دارد. شکل ۲ ضریب نفوذ اینترنت جهان را در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ نشان می‌دهد.

شکل ۲. نفوذ اینترنت جهان در سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۴ (درصد) [۵ و ۴]





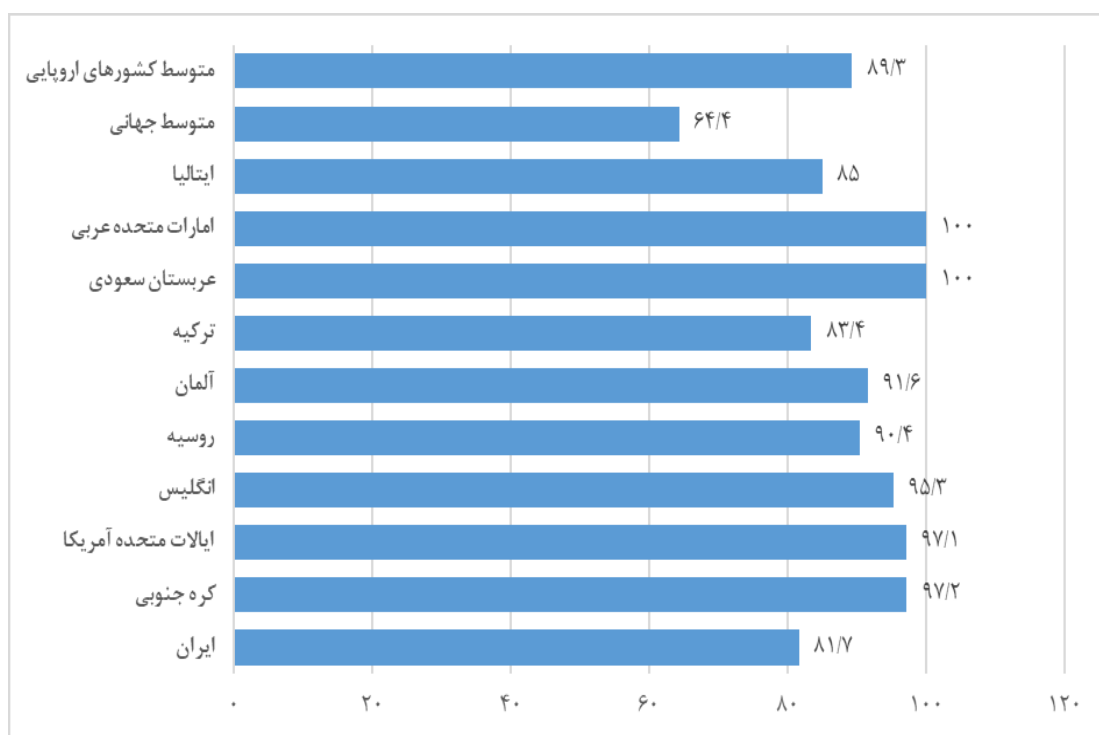
همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در سال ۲۰۱۰، فقط ۲۷٫۵ درصد از جمعیت جهان به اینترنت دسترسی داشتند. این عدد تا سال ۲۰۲۴ به ۶۷٫۱ درصد رسیده است. رشد چشمگیر ضریب نفوذ اینترنت طی این سال‌ها نشان‌دهنده تأثیر عوامل مختلفی مانند دسترسی ارزان‌تر به دستگاه‌های تلفن همراه و اصلاح سیاست‌های مخابراتی بوده است.

در سال ۲۰۱۹، نفوذ اینترنت از مرز ۵۰ درصد گذشت و بیش از نیمی از جمعیت جهان به اینترنت متصل شدند. این نقطه عطف مهمی در تاریخ ارتباطات جهانی محسوب می‌شود. رشد ضریب نفوذ اینترنت جهان در سال‌های بعد همچنان ادامه داشت و در سال ۲۰۲۰، این نرخ به علت همه‌گیری کووید ۱۹، که باعث افزایش دور کاری، آموزش دیجیتال و تعاملات اجتماعی بر خط شد، به‌طور چشمگیری افزایش پیدا کرد و به ۵۸٫۷ درصد رسید.

این روند رشد نه‌فقط نمایانگر تغییرات در دسترسی جهانی به اینترنت است، بلکه نشان‌دهنده افزایش اهمیت اینترنت در زندگی روزمره مردم، اقتصاد جهانی و رشد دیجیتال است.

طبق گزارش اتحادیه جهانی مخابرات، در سال ۲۰۲۲ ضریب نفوذ اینترنت در ایران به ۸۱٫۷ درصد رسید که در مقایسه با کشورهای پیشرفته مانند کره جنوبی (۹۷ درصد)، ایالات متحده (۹۷ درصد) و بریتانیا (۹۵ درصد) پایین‌تر است. ایران در مقایسه با برخی از کشورهای همسایه، مانند امارات متحده عربی (۱۰۰ درصد)، جایگاهی پایین‌تر و با ترکیه (۸۳ درصد) تقریباً برابر قرار دارد. کشورهای مشابه از نظر جمعیت، مانند ترکیه، نیز به ضریب نفوذ همانند ایران دست یافته‌اند (شکل ۳).

شکل ۳. نمودار مقایسه ضریب نفوذ اینترنت ایران و کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۲ (درصد) [۶]



۲-۳. سرعت متوسط اینترنت

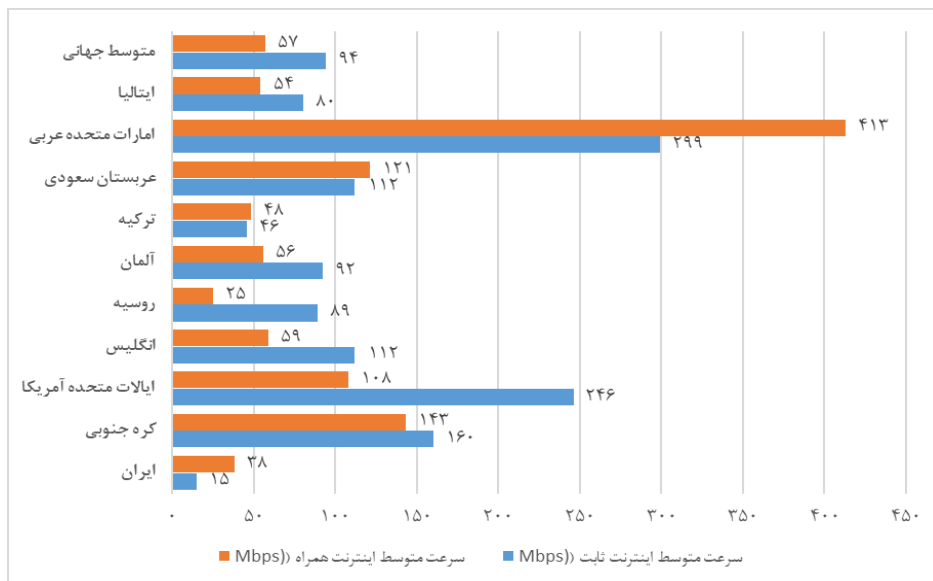
شاخص سرعت متوسط اینترنت معیاری است که نشان‌دهنده میانگین سرعت انتقال داده‌ها در شبکه اینترنت در کشور یا منطقه‌ای مشخص است. این شاخص بیان می‌کند که کاربران اینترنت در کشور با چه سرعتی می‌توانند داده‌ها را دانلود (دریافت) یا آپلود (ارسال) کنند. سرعت اینترنت معمولاً بر حسب مگابیت بر ثانیه (Mbps) بیان می‌شود. متوسط سرعت اینترنت می‌تواند به دو دسته اصلی تقسیم شود:

سرعت دانلود:^۱ نشان دهنده میزان داده‌هایی است که کاربر در یک ثانیه می‌تواند با دستگاه خود از طریق اینترنت دریافت کند.

سرعت آپلود:^۲ نشان دهنده میزان داده‌هایی است که کاربر در یک ثانیه می‌تواند با دستگاه خود از طریق اینترنت ارسال کند.

سرعت متوسط اینترنت معمولاً براساس آزمایش‌های واقعی کاربرانی محاسبه می‌شود که از شبکه استفاده می‌کنند. این آزمایش‌ها به وسیله پلتفرم‌ها و ابزارهای سنجش سرعت انجام می‌شود. سرعت متوسط اینترنت از طریق میانگین‌گیری از نتایج میلیون‌ها آزمون سرعت از کاربران مختلف در مناطق جغرافیایی متفاوت به دست می‌آید. در شکل ۴ سرعت متوسط دانلود اینترنت ثابت و همراه در ایران و کشورهای منتخب نشان داده شده است.

شکل ۴. نمودار مقایسه سرعت متوسط اینترنت ثابت و همراه در ایران و کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۴ بر حسب مگابیت بر ثانیه (Mbps) [۷]



در ایران، سرعت متوسط اینترنت همراه حدود ۳۸ مگابیت بر ثانیه است که در مقایسه با کشورهای توسعه یافته‌ای مانند کره جنوبی (۱۴۳ مگابیت بر ثانیه)، ایالات متحده (۱۰۸ مگابیت بر ثانیه) و امارات متحده عربی (۴۱۳ مگابیت بر ثانیه) به طور قابل توجهی کمتر است. این اختلاف می‌تواند ناشی از کمبود سرمایه‌گذاری در توسعه زیرساخت‌های شبکه‌های G4 و G5 در ایران باشد؛ در حالی که کشورهای پیشرفته‌تر استفاده گسترده‌تری از نسل پنجم ارتباطات سیار (G5) دارند.

سرعت اینترنت همراه در کشورهایمانند ترکیه (۴۸ مگابیت بر ثانیه) و ایتالیا (۵۴ مگابیت بر ثانیه)، که از لحاظ جغرافیایی به ایران نزدیک‌اند و توسعه‌یافتگی مشابهی دارند، به مراتب بهتر از ایران است. این امر نشان دهنده ضرورت بهبود زیرساخت‌های ارتباطی و توسعه شبکه‌های پیشرفته‌تر در ایران است. در ایران، سرعت اینترنت ثابت حدود ۱۵ مگابیت بر ثانیه است که به طور چشمگیری از میانگین جهانی (۹۴ مگابیت بر ثانیه) کمتر است. کشورهای پیشرفته‌ای مانند ایالات متحده (۲۴۶ مگابیت بر ثانیه) و کره جنوبی (۱۶۰ مگابیت بر ثانیه) به علت زیرساخت‌های پیشرفته‌تر، سرعت بسیار بالاتری نسبت به ایران دارند.

سرعت اینترنت ثابت در کشورهایمانند ترکیه (۴۶ مگابیت بر ثانیه) و ایتالیا (۸۰ مگابیت بر ثانیه)، که به لحاظ توسعه‌یافتگی به ایران نزدیک‌ترند، به طور قابل توجهی بالاتر از ایران است. این امر بیانگر نیاز ایران به توسعه شبکه فیبر نوری و بهبود کیفیت خدمات اینترنت ثابت است. ایران در منطقه‌ای قرار دارد که بسیاری از همسایگان آن، از جمله عربستان سعودی و امارات متحده عربی، سرعت‌های بسیار بالاتری در اینترنت دارند. این اختلاف به خصوص در امارات متحده عربی با سرعت اینترنت همراه ۴۱۳ مگابیت بر ثانیه و اینترنت ثابت ۲۹۹ مگابیت بر ثانیه به خوبی مشاهده می‌شود. این تفاوت به علت سرمایه‌گذاری گسترده این کشورها در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات است.

1. Download Speed
2. Upload Speed



عربستان سعودی و امارات متحده عربی اینترنت را به‌عنوان ابزار کلیدی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی خود در نظر گرفته‌اند. مقایسه وضعیت اینترنت در ایران با کشورهای پیشرفته نشان می‌دهد که ایران در زمینه سرعت اینترنت همراه و ثابت نیازمند توجه، سیاستگذاری و سرمایه‌گذاری ویژه است.

۳-۳. مقایسه نرخ نفوذ فیبر نوری (FTTH/B) در کشورها

بهره‌مندی از مزایای فیبر نوری باعث شده است تا بخشی از سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه‌ای کشورها بر این موضوع تمرکز کند و توسعه فیبر نوری به‌عنوان یکی از راهبردهای اساسی کشورها در نظر گرفته شود.

۳-۳-۱. شیوه‌های جمع‌آوری داده‌ها

کمیته اطلاعات بازار شورای FTTH اروپا هر سال داده‌هایی را درباره کشورهای عضو اتحادیه اروپا و کشورهای پیشرو در حوزه ارتباطات و فیبر نوری منتشر می‌کند. برای جمع‌آوری داده‌های دقیق و قابل اعتماد، معمولاً از روش‌های ترکیبی استفاده می‌شود:

- گزارش‌دهی از سوی اپراتورها: اپراتورهای مخابراتی و ارائه‌دهندگان خدمات اینترنتی اطلاعات مرتبط با تعداد مشترکین و میزان استفاده را ارائه می‌دهند. این اطلاعات از طریق پروتکل‌های نظارتی یا گزارش‌های دوره‌ای دریافت می‌شود.
- داده‌های دولتی و آماری: نهادهای دولتی و سازمان‌های مرتبط اطلاعات جمعیتی و شاخص‌های مرتبط با نفوذ اینترنت و فناوری را جمع‌آوری می‌کنند. این داده‌ها معمولاً از طریق سرشماری‌ها و نظرسنجی‌ها به دست می‌آید.
- تحقیقات میدانی: برخی از داده‌ها از طریق نظرسنجی‌های عمومی، بازدیدهای میدانی و ارزیابی‌های مستقل به دست می‌آیند.
- تحلیل داده‌های جهانی: مؤسسات بین‌المللی و پژوهشکده‌ها با استفاده از تحلیل داده‌های مقایسه‌ای میان کشورها، میزان توسعه فناوری را ارزیابی می‌کنند.

۳-۳-۲. تحلیل نتایج کلیدی نرخ نفوذ فیبر نوری (FTTH/B)

کشورهایی با بیشترین نرخ نفوذ (بیش از ۲۵ درصد): این کشورها عموماً دارای زیرساخت‌های پیشرفته مخابراتی، سیاستگذاری‌های مؤثر دولتی و سرمایه‌گذاری‌های کلان در حوزه توسعه فیبر نوری برخوردارند. نرخ نفوذ بالا به معنای دسترسی گسترده خانوارها به شبکه‌های فیبر نوری و استفاده فعال از این فناوری است. به‌عنوان مثال، کشورهایی مانند کره جنوبی، سنگاپور و امارات متحده عربی از پیشگامان این حوزه به‌شمار می‌روند. این کشورها با سیاست‌های حمایتی و تشویقی، مانند ارائه یارانه به مشترکان، تسهیل شرایط سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و اعمال سیاست‌های تعرفه‌گذاری رقابتی توانسته‌اند به این سطح از پوشش دست یابند.

عوامل موفقیت این کشورها شامل تنظیم مقررات مناسب، همکاری دولت و بخش خصوصی، توسعه شبکه‌های اصلی و اجرای برنامه‌های آگاهی‌بخشی عمومی برای جذب کاربران به خدمات فیبر نوری است. همچنین، ارائه محتوای دیجیتال با کیفیت و نیازمند پهنای باند بالا، مانند خدمات استریمینگ و بازی‌های برخط، نقش مؤثری در افزایش تقاضا برای اینترنت فیبر نوری داشته است.

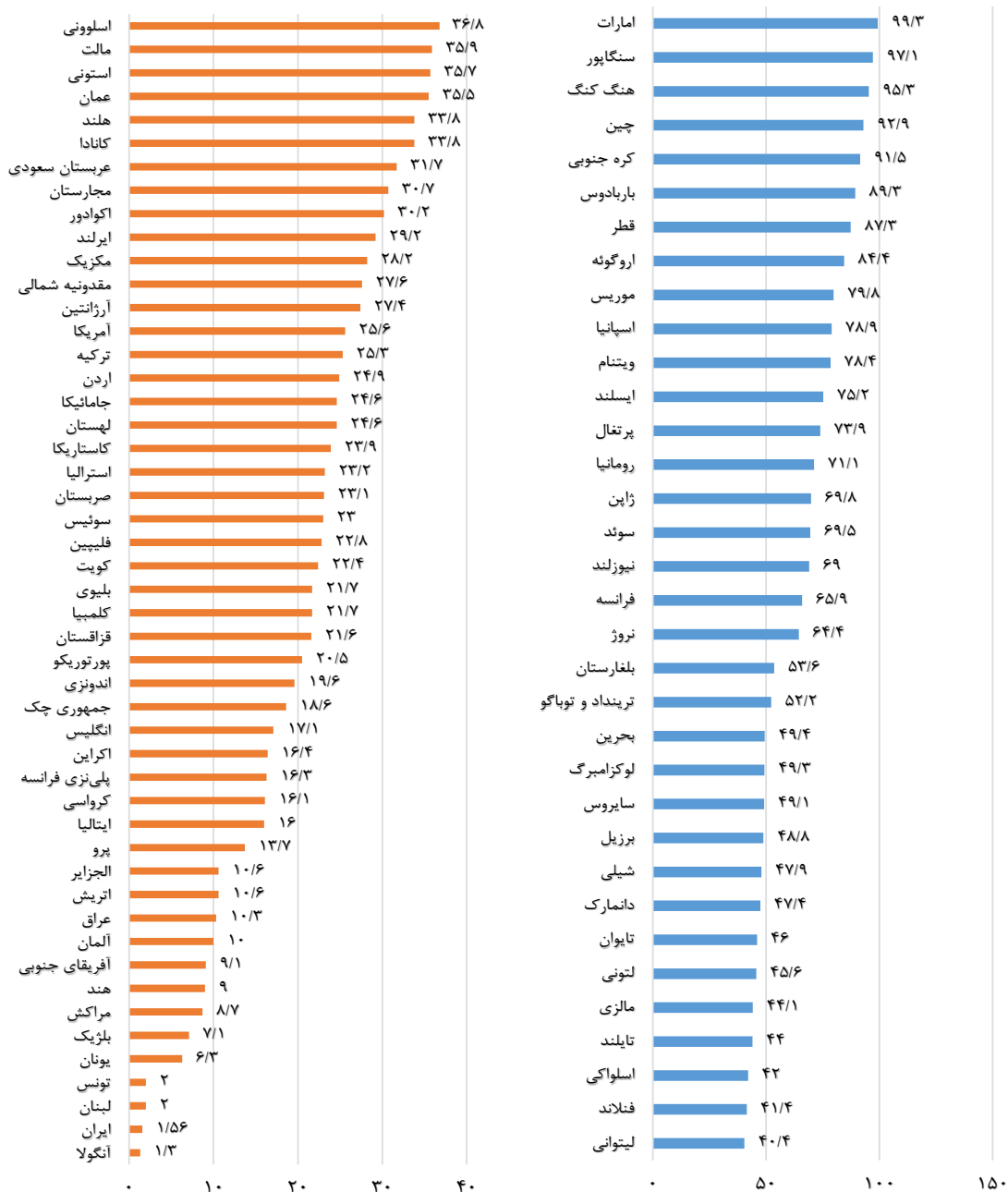
کشورهایی با کمترین نرخ نفوذ (کمتر از ۲۵ درصد): این کشورها با چالش‌های متعددی در توسعه و گسترش فیبر نوری مواجه‌اند. نرخ نفوذ پایین ممکن است به‌علت هزینه‌های بالا برای توسعه زیرساخت‌ها، تمرکز بر اینترنت سیار به جای اینترنت ثابت یا محدودیت در سیاست‌های حمایتی دولتی باشد. بسیاری از این کشورها در مناطق کمتر توسعه‌یافته یا در حال توسعه قرار دارند و با مشکلاتی مانند نبود منابع مالی کافی، عدم همکاری مناسب بین نهادهای دولتی و بخش خصوصی و مقاومت کاربران در تغییر به خدمات جدید مواجه‌اند.

علاوه بر این، نبود محتوای مناسب یا خدمات دیجیتال مرتبط، که نیاز به پهنای باند بالا داشته باشند، انگیزه کاربران را برای تغییر از فناوری‌های قدیمی به فیبر نوری کاهش می‌دهد. به‌عنوان مثال، برخی کشورهای آفریقایی یا مناطق روستایی در اروپا و آسیا همچنان نرخ نفوذ پایین‌تری نسبت به میانگین جهانی دارند.

۱. خدمات استریمینگ به توزیع محتوای دیجیتال از جمله فیلم، سریال، موسیقی، پادکست و حتی بازی‌های ویدیویی از طریق اینترنت اطلاق می‌شود. این خدمات امکان دسترسی سریع به محتوای آنلاین را بدون نیاز به دانلود کامل فایل‌ها فراهم می‌کنند. کاربران می‌توانند با استفاده از پلتفرم‌های مختلفی محتوای دلخواه خود را تماشا یا گوش دهند. عملکرد این خدمات به اتصال پایدار و پهنای باند مناسب اینترنت وابسته است؛ زیرا پخش محتوا باید بی‌درنگ انجام شود. کیفیت استریم بسته به سرعت اینترنت، در رزولوشن‌های متفاوتی مانند HD و 4k ارائه می‌شود.

در کشورهایی که از زیرساخت‌های پیشرفته‌ای همچون فیبر نوری برخوردارند، خدمات استریمینگ محبوبیت بیشتری پیدا کرده‌اند. با توجه به ظرفیت بالای پهنای باند و حداقل تأخیر ارائه‌شده توسط فیبر نوری، این تکنولوژی تقاضا را برای اینترنت پرسرعت افزایش داده و نقش کلیدی در توسعه شبکه‌های فیبر نوری در سراسر جهان ایفا کرده است.

شکل ۵. نمودار ضریب نفوذ شبکه فیبر نوری در کشورهای سال ۲۰۲۳ [۹]



ایران برای حرکت به سوی تحول دیجیتال و بهره‌برداری از فناوری‌های پیشرفته مانند نسل پنجم ارتباطات سیار (5G)، نیازمند توسعه زیرساخت‌های ارتباطی قوی‌تر است. در میان این زیرساخت‌ها، شبکه فیبر نوری نقشی کلیدی ایفا می‌کند و زیرساخت مناسبی برای توسعه نسل پنجم ارتباطات سیار نیز محسوب می‌شود. همان‌طور که شرح داده شد، سرعت پایین، و کیفیت ناپایدار اینترنت ثابت در ایران ناشی از کمبود زیرساخت‌های پیشرفته، به‌ویژه شبکه فیبر نوری است. توسعه اینترنت سیار با سرعت و کیفیت بالا از قبیل 5G نیز بدون وجود شبکه فیبر نوری کارآمد امکان‌پذیر نیست؛ زیرا این فناوری برای انتقال حجم عظیم داده به زیرساخت‌های پیشرفته نیاز دارد.

۱. ضریب نفوذ ایران با توجه به داده‌های منتشر شده توسط سایت وزارت ارتباطات (Iranfttx) محاسبه و به نمودار اضافه شده است.



برای رسیدن به این هدف، ایران باید بر توسعه سریع، هدفمند و باکیفیت شبکه فیبر نوری تمرکز کند. این توسعه باید با استانداردهای جهانی همخوانی داشته باشد تا ضمن پاسخ‌گویی به نیازهای فعلی، بستر مناسبی برای رشد آینده همه بخش‌های مرتبط فراهم شود. همچنین، اجرای سیاست‌های حمایتی و تشویقی، سرمایه‌گذاری هدفمند در زیرساخت‌ها و نظارت دقیق بر کیفیت اجرای پروژه‌ها از ضروریات این مسیر به شمار می‌آیند.

۴. تجربیات کشورهای مختلف در بهره‌مندی از شبکه فیبر نوری

برای توسعه موفق شبکه فیبر نوری در ایران، مطالعه، تحلیل و بهره‌گیری از تجربیات کشورهای پیشرو در این زمینه می‌تواند کاربردی باشد. کشورهایی مانند ژاپن، کره جنوبی، ایالات متحده و اتحادیه اروپا، هر یک با اتخاذ سیاست‌های کلیدی، اجرای مدل‌های توسعه‌ای نوین و بهره‌گیری از شیوه‌های خلاقانه تأمین مالی، گام‌های بزرگی در این حوزه برداشته‌اند. این کشورها توانسته‌اند با کاهش شکاف دیجیتال و ارتقای کیفیت اینترنت، دسترسی گسترده به زیرساخت‌های پیشرفته را فراهم کنند.

تجربیات بین‌المللی نشان می‌دهد که موفقیت در توسعه شبکه‌های فیبر نوری (FTTX) به عواملی مانند سطح توسعه اقتصادی، سیاست‌گذاری هوشمندانه و میزان سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها وابسته است. کشورهای پیشرفته، مانند کره جنوبی و ژاپن، به لطف سرمایه‌گذاری‌های عظیم و حمایت‌های دولتی، به درصد بالایی از پوشش خانوارها دست یافته‌اند. در مقابل، کشورهای در حال توسعه اغلب با چالش‌های جدی، مانند هزینه‌های بالای احداث زیرساخت‌ها و وابستگی به فناوری‌های قدیمی‌تر مانند ADSL و VDSL، روبرو هستند. از نکات قابل توجه این کشورها، تأثیر سیاست‌های حمایتی دولت در توسعه زیرساخت‌ها، ایجاد رقابت سالم میان ارائه‌دهندگان خدمات اینترنت و همکاری مؤثر بخش دولتی با بخش خصوصی است. در ادامه، تجربه کشورهای ژاپن، کره جنوبی، ایالات متحده و دیگر کشورها بررسی خواهد شد تا از راهکارهای موفق آنها برای بهره‌برداری در شرایط ایران تحلیل شوند.

۴-۱. ژاپن

ژاپن یکی از پیشگامان توسعه شبکه فیبر نوری در جهان است که از دهه ۱۹۸۰ این فناوری را با هدف تقویت زیرساخت‌های دیجیتال آغاز کرد. اولین شبکه‌های فیبر نوری تجاری در دهه ۱۹۹۰ در دسترس عموم قرار گرفت و به مرور زمان این کشور با بهره‌گیری از مدل‌های توسعه پیشرفته، مانند FTTX و ارائه خدماتی نظیر IPTV و تلفن IP، به پیشگام جهانی در این زمینه تبدیل شد. امروزه ۸۴ درصد کاربران اینترنت ثابت در ژاپن از فیبر نوری بهره‌مندی می‌برند و این کشور در میان کشورهای OECD پس از کره جنوبی جایگاه دوم را دارد [۹] و [۱۰].

در دسامبر ۲۰۱۴، شورای اطلاعات و ارتباطات ژاپن سیاستی را ابلاغ کرد که بر گسترش زیرساخت‌های فیبر نوری تأکید داشت. هدف این سیاست توسعه شبکه‌های فیبر نوری در مناطق کم‌برخوردار برای رفع چالش‌های اجتماعی نظیر بهبود خدمات پزشکی، آموزشی و تقویت توسعه منطقه‌ای بود. از آنجا که مناطق محروم از نظر اقتصادی غیرسودآور تلقی می‌شدند، دولت حمایت از توسعه این زیرساخت‌ها را از طریق یارانه و تسهیلات مالی ضروری دانست.

پروژه ارتقای زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات (۲۰۱۶-۲۰۱۸) برای توسعه شبکه‌های باند فوق‌سریع با تمرکز بر مناطق محروم راه‌اندازی شد. در این طرح، دولت به زیرساخت‌های باند فوق‌سریع نظیر فیبر نوری در مناطق جمعیتی کم‌تراکم، مانند جزایر دورافتاده و روستاها، یارانه اختصاص داد. هدف این پروژه ایجاد زیرساخت‌های ارتباطی متناسب با نیازهای منطقه‌ای و حمایت از توسعه منطقه‌ای بود.

پروژه بهبود محیط رادیویی پیشرفته از سال ۲۰۱۹ با هدف حمایت از اپراتورهای مخابراتی برای توسعه خطوط انتقالی و تسهیلات مورد نیاز ایستگاه‌های مخابراتی آغاز شد. تمرکز اصلی این طرح بر ایجاد محیط‌های بی‌سیم پیشرفته مانند فناوری G5 و اینترنت اشیا (IoT) در مناطق کم‌برخوردار بود. همچنین، دولت بخشی از هزینه‌های نگهداری و ارتقای تجهیزات را در این مناطق تأمین کرد.

یکی دیگر از مهم‌ترین برنامه‌های دولت ژاپن، طرح «کشور باغ‌شهر دیجیتال» است که در مارس ۲۰۲۲ معرفی شد. این طرح تا سال ۲۰۲۸ نرخ پوشش ۹۹/۹۹ درصدی فیبر نوری را هدف‌گذاری کرده است. هدف اصلی این برنامه کاهش شکاف دیجیتال میان مناطق شهری و

روستایی، افزایش سرعت اینترنت و بهبود دسترسی به خدمات دیجیتال پیشرفته است. همچنین، این طرح بر ارائه خدماتی مانند IPTV و ارتقای کیفیت زندگی شهروندان تمرکز دارد.

دولت ژاپن برای تسریع سرمایه‌گذاری در توسعه فیبر نوری، تسهیلاتی نظیر وام‌های کم‌بهره، تخفیف‌های مالیاتی و یارانه‌های مالی برای مناطق کم‌دسترسی ارائه داده است. مدل توسعه‌ای مورد استفاده در ژاپن مبتنی بر مشارکت عمومی-خصوصی (PPP) است؛ جایی که دولت سرمایه‌گذاری اولیه را انجام می‌دهد و اپراتورهای خصوصی مسئولیت مدیریت و بهره‌برداری از شبکه را بر عهده دارند. این همکاری منجر به کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش کارایی پروژه شده است.

مدل حکمرانی توسعه فیبر نوری در ژاپن بر همکاری و هماهنگی نزدیک بین دولت و بخش خصوصی استوار است. وزارت ارتباطات و امور داخلی ژاپن (MIC) به‌عنوان نهاد نظارتی اصلی، مسئول سیاست‌گذاری، هماهنگی و نظارت بر اجرای پروژه‌های فیبر نوری است. این وزارتخانه وظیفه دارد تا استانداردهای مشخصی را برای زیرساخت‌ها تعیین کند، پروژه‌ها را ارزیابی کند و نظارت‌های میدانی را انجام دهد. بخش خصوصی، به‌ویژه اپراتورهای مخابراتی، در توسعه و اجرای پروژه‌های فیبر نوری مشارکت دارند و با استفاده از مشوق‌های مالی و حمایت‌های دولتی، شبکه‌ها را مدیریت و اجرا می‌کنند.

توسعه فیبر نوری در مناطق کم‌تراکم چالشی بزرگ در ژاپن بوده که با استفاده از مدل FTTC و شبکه‌های بی‌سیم مکمل مدیریت شده است. این اقدامات امکان پوشش بیشتر و کاهش هزینه‌ها را فراهم کرده‌اند. تجربه ژاپن نشان می‌دهد که همکاری قوی میان دولت و بخش خصوصی، بهره‌گیری از مدل‌های توسعه متناسب با ویژگی‌های جغرافیایی و ارائه مشوق‌های مالی از عوامل کلیدی موفقیت این کشور در توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری بوده است [۱۱ و ۱۲].

۲-۴. کره جنوبی

کره جنوبی یکی از کشورهای پیشرو در بهره‌گیری از فناوری FTTX محسوب می‌شود. بیشتر ارتباطات اینترنتی در این کشور از طریق فیبر نوری صورت می‌پذیرد و این فناوری سرعت بالا و پایداری را فراهم می‌آورد. طبق آخرین گزارش از وبسایت Speedtest در ماه مه ۲۰۲۳، کره جنوبی در رتبه ۲۴ از نظر سرعت دانلود در اینترنت ثابت و در رتبه ۱۷ از نظر سرعت دانلود در اینترنت همراه در جهان قرار دارد. همچنین، آمارهای سازمان همکاری‌ها و توسعه اقتصادی (OECD) نشان می‌دهد که حدود ۸۷ درصد از مشترکان اینترنت ثابت در کره جنوبی به شبکه فیبر نوری متصل‌اند که بالاترین نرخ در بین کشورهای عضو این سازمان است [۱۱].

برتری کره در این آمارها ناشی از عواملی همچون سرمایه‌گذاری مستمر دولت در ایجاد شبکه ملی ارتباطی فیبر نوری، ترویج فعال دولت برای ارتقای کیفیت خدمات اینترنت پرسرعت و همچنین کوچک بودن مساحت و تراکم بالای جمعیت است که باعث کاهش هزینه‌ها و موانع کمتری در گسترش شبکه فیبر نوری شده است.

در دهه ۱۹۹۰، طرح «زیرساخت اطلاعات کره»^۲ برای ارتقای عملکرد سامانه ملی اطلاعات و ارتباط با شرکت‌های خصوصی و خانوارها در دستور کار قرار گرفت [۱۳]. پس از ایجاد زیرساخت‌های اولیه، در مرحله دوم توجه به گسترش دسترسی به این شبکه اینترنت پرسرعت به‌عنوان اولویت مطرح شد و اقداماتی صورت گرفت تا افراد و شرکت‌های خصوصی به این شبکه متصل شوند. بخش خصوصی تلاش کرد با سرمایه‌گذاری‌های خود، اتصال عموم مردم را به شبکه ارتباطی دولتی فراهم آورد. دولت نیز اقداماتی را برای تشویق شرکت‌های ارتباطی و جامعه به استفاده از سرعت بالای اینترنت فراهم آورد.

پروژه «کره سایبری ۲۱»^۴ نیز برای بهبود فضای رقابتی و رفع انحصارهای بخش ارتباطات اجرا شد. این پروژه تا سال ۲۰۰۱ موفق به افزایش ظرفیت ارتباطی از ۱۵۵ مگابیت به ۴۰ گیگابیت در ثانیه شد [۱۴]. در سال ۲۰۱۲، دولت کره پروژه «گیگا کره» را آغاز کرد که هدف آن ارائه سرعت‌های گیگابیتی برای مشترکین اینترنت ثابت تا سال ۲۰۲۰ بود. هزینه این طرح برای بخش دولتی و خصوصی بالغ بر ۴۶۰ میلیون دلار پیش‌بینی شد که سه‌چهارم آن بر عهده دولت و مابقی بر عهده بخش خصوصی بود [۱۵].

1. public-private partnership
2. Ministry of Internal Affairs and Communications
3. Korean Information Infrastructure (KII)
4. Cyber Korea 21



۳-۴. فرانسه

توسعه فیبر نوری در فرانسه از سال ۲۰۰۴ با تصویب قانون اقتصاد دیجیتال آغاز شد. این قانون با واگذاری مسئولیت گسترش زیرساخت‌های دیجیتال به مقامات محلی، تأثیر چشمگیری بر بهبود دسترسی به اینترنت پرسرعت داشت. در سال ۲۰۱۳، طرح ملی «Plan France Très Haut Débit» با هدف افزایش پوشش اینترنت پرسرعت در سراسر کشور فرانسه راه‌اندازی شد و به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین پروژه‌های زیرساختی دیجیتال فرانسه شناخته می‌شود. اهداف اصلی طرح «Plan France Très Haut Débit» شامل اتصال ۸۰ درصد خانوارها به شبکه فیبر نوری تا سال ۲۰۲۲ و پوشش کامل اینترنت پرسرعت تا سال ۲۰۲۵ است.

طرح «Plan France Très Haut Débit» به سه فاز تقسیم شده است:

- فاز اول: توسعه زیرساخت‌ها در مناطق شهری؛

- فاز دوم: گسترش شبکه به مناطق نیمه‌روستایی؛

- فاز سوم: ارائه خدمات در مناطق دورافتاده و کمتر توسعه‌یافته.

این طرح از مدل ترکیبی استفاده می‌کند تا منابع عمومی و خصوصی را به‌صورت کارآمد تخصیص دهد.

۱-۳-۴. مدل توسعه‌ای شبکه فیبر نوری در فرانسه

مدل توسعه‌ای شبکه فیبر نوری فرانسه بر پایه مشارکت عمومی - خصوصی استوار است. دولت از طریق ارائه مشوق‌ها، سرمایه‌گذاری اولیه را انجام می‌دهد؛ در حالی که بخش خصوصی مسئولیت اجرای پروژه‌ها و مدیریت شبکه را بر عهده دارد. این طرح با هزینه‌ای بالغ بر ۲۱ میلیارد یورو اجرا شده است. بودجه از ترکیب منابع دولتی و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی تأمین شده و این ساختار مالی به کاهش فشار مالی بر دولت و تسریع توسعه کمک کرده است.

همچنین، دولت فرانسه از طریق وام‌های کم‌بهره و یارانه‌های مالی، بخش خصوصی را به سرمایه‌گذاری در توسعه فیبر نوری تشویق کرده که این همکاری نزدیک بین دولت و مقامات محلی نیز به بهبود اجرای پروژه‌ها کمک کرده است. یکی از چالش‌های اصلی توسعه شبکه فیبر نوری در فرانسه، هزینه‌های بالای توسعه زیرساخت‌ها در مناطق کم‌جمعیت و دورافتاده است. علاوه بر این، همکاری بین بخش‌های دولتی و خصوصی در برخی مناطق با مشکلاتی مواجه بوده است.

۴-۴. اسپانیا

تاریخچه اینترنت در اسپانیا منعکس‌کننده شروعی ساده، اما تبدیل شدن به یکی از برجسته‌ترین کشورهای اتحادیه اروپا از منظر تحول دیجیتال است. دسترسی به اینترنت در اسپانیا در اوایل دهه ۱۹۹۰ آغاز شد. ابتداء، اتصال به اینترنت به دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی محدود بود و زمینه را برای چشم‌انداز دیجیتالی کشور فراهم کرد. تکامل فناوری پهنای باند در اسپانیا با سرمایه‌گذاری، نوآوری و رقابت قابل توجهی مشخص شده که به یکی از قوی‌ترین زیرساخت‌های دیجیتالی در جهان انجامیده است. این تکامل نشان‌دهنده تعهد به تضمین دسترسی به اینترنت پرسرعت در سراسر کشور، از شهرهای پرجمعیت تا مناطق روستایی دور دست، است.

در ماه دسامبر ۲۰۲۰، دولت اسپانیا در چارچوب برنامه «اسپانیای دیجیتال ۲۰۲۵» طرح بزرگی را برای پوشش کامل اینترنت پرسرعت و 5G آغاز کرد، با این هدف که تا سال ۲۰۲۵، تمام شهروندان اسپانیا به اینترنت ثابت با سرعت حداقل ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه دسترسی داشته باشند. در سال‌های اخیر، اسپانیا یکی از بالاترین نرخ‌های پوشش فیبر (FTTH) را در اروپا دارد. تا پایان سال ۲۰۲۳، ۹۱ درصد از جمعیت این کشور به شبکه فیبر نوری متصل بودند و حدود ۹۳ درصد مردم نیز به سرعت ۱۰۰ مگابیتی دسترسی داشتند [۱۶ و ۱۷].

همچنین دولت اسپانیا برنامه‌ای برای رسیدن سرعت اینترنت در مراکز و شرکت‌های صنعتی، مراکز لجستیک یا پارک‌های تجاری به سرعت ۱ گیگابیت بر ثانیه دارد. برای اجرای این طرح، دولت اسپانیا مبلغی حدود ۴/۳ میلیارد یورو برای توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری و 5G اختصاص داد. همچنین پیش‌بینی می‌شود که اپراتورهای ارتباطی خصوصی نیز ۲۴ میلیارد یورو در این پروژه سرمایه‌گذاری کنند. این همکاری گسترده بین بخش دولتی و خصوصی باعث پیشرفت سریع‌تر در پوشش اینترنت و دسترسی عادلانه‌تر به خدمات دیجیتال در سراسر اسپانیا شد.

درواقع، دولت اسپانیا از طریق مشوق‌های مالی، تسهیلات قانونی و سیاست‌های حمایتی، شرایطی را فراهم کرد که دسترسی به اینترنت پرسرعت به‌عنوان خدمتی ضروری و عمومی برای همه شهروندان محقق شود [۱۸ و ۱۹].

در سال ۲۰۲۰ شورای مشورتی تحول دیجیتال تأسیس شد؛ نهادی متشکل از نمایندگان بخش‌های عمومی و خصوصی که به تدوین و ترویج اقدامات اسپانیای دیجیتال ۲۰۲۶ کمک می‌کند. همچنین این شورا راهنمایی‌هایی برای طراحی سیاست‌های عمومی در حوزه‌های مختلف، از جمله مخابرات، زیرساخت‌های دیجیتال، ارتباطات، دیجیتالی شدن اقتصاد، دولت و شهروندی، توسعه و مقررات خدمات دیجیتال و تقویت اقتصاد و جامعه دیجیتال ارائه می‌دهد.

این شورا شامل حدود هشتاد نماینده اجتماعی و اقتصادی مرتبط با تحول دیجیتال کشور است و از طریق جلسه عمومی سالانه و دو کمیسیون دائمی سازمان‌دهی می‌شود که به بررسی اقدامات در محورهای مختلف برنامه اسپانیای دیجیتال ۲۰۲۶ می‌پردازند.

۴-۵. انگلیس

بریتانیا از سال ۲۰۱۰ تمرکزش را بر توسعه شبکه پهن‌بند با سرعت بالا (۳۰ مگابیت بر ثانیه) گذاشت که این پروژه با توسعه شبکه فیبر نوری تا کابین مخابراتی (FTTC) و همچنین شبکه کابلی Virgin Media پوشش داده شد. با توجه به افزایش نیازها، سیاست‌ها در سال ۲۰۱۸ به سمت ارتقا به شبکه‌های فیبر نوری کامل (FTTP) برای دستیابی به سرعت‌های بالاتر تغییر یافت. در ماه ژوئیه ۲۰۱۸، کمیسیون ملی زیرساخت انگلیس اعلام کرد که باید برای توسعه شبکه ارتباطی تمام‌فیبر سرمایه‌گذاری شود. این کمیسیون تخمین زد که ایجاد شبکه تمام‌فیبر ممکن است هزینه‌ای تا حدود ۳۳/۴ میلیارد پوند تا سال ۲۰۳۰ در برداشته باشد.

دولت بریتانیا از مشوق‌های مالی و قانونی برای ترغیب شرکت‌های مخابراتی و اپراتورها به سرمایه‌گذاری در توسعه زیرساخت‌های گیگابیتی استفاده می‌کند. این حمایت‌ها شامل معافیت‌های مالیاتی، تسهیلات و وام‌های کم‌بهره و تخفیف‌های مالیاتی است که به کاهش هزینه‌های توسعه شبکه‌های فیبر نوری در مناطق دورافتاده کمک می‌کند. در ماه نوامبر ۲۰۲۰، دولت انگلیس در سند «استراتژی ملی زیرساخت‌ها» اعلام کرد که قصد دارد پنج میلیارد پوند یارانه برای توسعه شبکه اینترنت پرسرعت در مناطقی از انگلستان، که جذابیت لازم را برای سرمایه‌گذاری شرکت‌های ارتباطی خصوصی ندارند، هزینه کند.

مهم‌ترین طرح‌های بریتانیا شامل «پروژه گیگابیت» است که از طریق همکاری دولت و بخش خصوصی، شبکه‌های گیگابیتی را تا سال ۲۰۳۰ در سراسر کشور پیاده‌سازی کند. این پروژه علاوه بر قراردادهای پیمانکاری شامل طرح «گیگاهاب‌ها»^۱ و طرح «کارت‌های اعتباری گیگابیت» برای ساکنان مناطق روستایی است.

طرح «گیگاهاب‌ها» بر تأمین زیرساخت‌های اینترنت گیگابیتی برای مؤسسات و مکان‌های عمومی مهم مانند بیمارستان‌ها، مدارس، کتابخانه‌ها و ایستگاه‌های حمل‌ونقل تمرکز دارد. هدف این طرح، ایجاد زیرساخت پایه‌ای در این مکان‌ها است تا با فراهم کردن دسترسی به اینترنت پرسرعت، امکان توسعه زیرساخت‌های ارتباطی در اطراف آن مناطق نیز فراهم شود. به عبارت دیگر، گیگاهاب‌ها نقاط مرکزی اتصال اینترنت گیگابیتی‌اند که دسترسی به اینترنت را در مناطق کمتر توسعه یافته تقویت می‌کنند و به این ترتیب، این مناطق برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی نیز جذاب‌تر می‌شوند.

طرح «کارت‌های اعتباری گیگابیت»^۲ به گونه‌ای طراحی شده است که کسب و کارهای کوچک و متوسط و همچنین ساکنان مناطق روستایی و دورافتاده بتوانند از طریق این کارت‌ها، بخشی از هزینه‌های اتصال به اینترنت گیگابیتی را پوشش دهند. این کارت‌ها به عنوان مشوق مالی به مشترکان اعطا می‌شوند و به آنها این امکان را می‌دهد که با تخفیف و پشتیبانی مالی به شبکه اینترنت پرسرعت دسترسی پیدا کنند. هدف اصلی این طرح تشویق کاربران و کسب و کارهای کوچک به استفاده از فیبر نوری کامل و ارتقای زیرساخت‌های دیجیتال است.

بریتانیا از مدل «بیرون به داخل» برای توسعه شبکه گیگابیتی استفاده می‌کند. مدل «بیرون به داخل» رویکردی است که در آن مناطق دورافتاده، روستایی و کم‌جمعیت که از نظر اقتصادی کمتر سودآورند، در اولویت قرار می‌گیرند. بخش خصوصی ۸۰ درصد پوشش، و بخش دولتی ۲۰ درصد باقی‌مانده را از طریق یارانه تأمین می‌کند. هدف این مدل، دستیابی به دسترسی اینترنت پرسرعت در سراسر کشور، حتی در مناطقی است که بخش خصوصی تمایل کمتری به سرمایه‌گذاری دارد.

1. Gigahubs
2. Gigabit Vouchers



مدل حکمرانی بریتانیا در توسعه فیبر نوری و شبکه‌های گیگابیتی ساختاری چندبخشی و مشارکتی دارد که از نهادها و سازمان‌های مختلف در بخش‌های دولتی و خصوصی برای نظارت، هماهنگی و اجرای پروژه‌ها استفاده می‌کند. این مدل با تمرکز بر همکاری نزدیک میان بخش‌های مختلف دولت و نهادهای خصوصی، به ارتقای شمول دیجیتال و دسترسی گسترده‌تر به اینترنت پرسرعت در سراسر بریتانیا کمک می‌کند. سازمان ساخت دیجیتال بریتانیا^۱ تحت نظارت وزارت دیجیتال، فرهنگ، رسانه و ورزش (DCMS)^۲ بریتانیا فعالیت می‌کند و نقش کلیدی در توسعه و اجرای برنامه‌های پهنای باند گیگابیتی در کشور دارد. سازمان ساخت دیجیتال بریتانیا به‌طور مستقیم مسئول تخصیص بودجه، ایجاد قراردادها و همکاری با شرکت‌های مخابراتی و سایر نهادها برای اطمینان از پوشش اینترنت پرسرعت در مناطق دورافتاده است. دولت‌های محلی و شوراهای شهری در اجرای طرح‌های فیبر نوری و پروژه‌های گیگابیتی نقش مهمی دارند. این نهادها با سازمان ساخت دیجیتال بریتانیا و وزارت دیجیتال، فرهنگ، رسانه و ورزش همکاری می‌کنند تا با هماهنگی و پشتیبانی، دسترسی به اینترنت پرسرعت در جوامع مختلف را تسهیل کنند.

کمیسیون‌ها و نهادهای مستقل نظارتی بر عملکرد پروژه‌ها و میزان استفاده از بودجه نظارت می‌کنند. این نهادها به بررسی روند پیشرفت پروژه‌ها، ارزیابی تأثیرات آنها و ارائه گزارش‌های عملکرد سالیانه می‌پردازند. سازمان‌ها و نهادهای دولتی مانند «مركز ملی فناوری» و وزارت دیجیتال بر اجرای صحیح پروژه‌ها و پیگیری مستمر آنها اهتمام دارند و گزارش‌های نظارتی را تهیه می‌کنند. این نظارت شامل ارزیابی اثرهای اجتماعی و اقتصادی توسعه فیبر نوری و دیجیتالی شدن است [۲۰].

۴-۶. آلمان

به‌طور کلی برنامه توسعه ارتباطات در آلمان در چهار دوره قابل بررسی است:

توسعه زیرساخت‌های مسی (دهه ۲۰۰۰): توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری در آلمان از دهه ۲۰۰۰ آغاز شد. در این دوره، تمرکز بر استفاده از شبکه‌های DSL و بهره‌گیری از فناوری فیبر تا جعبه‌های خیابانی (FTTC) بود. شرکت Deutsche Telekom نقش اصلی در گسترش این زیرساخت‌ها ایفا کرد. اهداف این برنامه بیشتر بر ارائه حداقل سرعت ۵۰ مگابیت بر ثانیه به کاربران متمرکز بودند و هدف آن افزایش دسترسی در سراسر کشور بود؛ اما به‌علت وابستگی به کابل‌های مسی، پیشرفت توسعه فیبر نوری محدود باقی ماند.

برنامه دیجیتال (Digital Agenda 2017-2014): این برنامه، که به‌عنوان استراتژی کلیدی تدوین شد، هدف‌گذاری کرده بود تا سال ۲۰۱۸ اینترنت با سرعت حداقل ۵۰ مگابیت بر ثانیه در سراسر کشور ارائه شود. با این حال، به‌علت چالش‌های زیرساختی و هزینه‌های بالا، این هدف به‌طور کامل محقق نشد و نیاز به بازنگری استراتژی‌ها احساس شد.

برنامه آغازین گیگابیتی (Gigabit Initiative 2020): از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۱، دولت آلمان برنامه‌های جدیدی برای توسعه شبکه‌های گیگابیتی معرفی کرد. در این دوره، تمرکز از فناوری‌های قدیمی مانند FTTC به سمت FTTH (فیبر تا منازل) تغییر یافت. در سال ۲۰۲۱، شرکت Deutsche Telekom استراتژی خود را برای گسترش FTTH اعلام و گسترش مستقیم فیبر نوری را به منازل آغاز کرد. این طرح به دنبال پوشش کامل گیگابیتی برای کل کشور تا سال ۲۰۲۵ بوده است.

برنامه راهبرد گیگابیتی (Gigabit Strategy 2022): پس از سال ۲۰۲۲، توسعه فیبر نوری در آلمان سرعت بیشتری گرفت. این برنامه به‌عنوان برنامه‌ای ملی، چنین هدف‌گذاری کرد که تا سال ۲۰۲۵، ۵۰ درصد خانوارها به شبکه‌های فیبر نوری دسترسی داشته باشند. این برنامه بر مزایای بلندمدت فیبر نوری، مانند پایداری، ظرفیت بالا و قابلیت ارتقای تأکید دارد.

دولت آلمان مجموعه‌ای از مشوق‌ها و تسهیلات را برای تسریع توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری در کشور ارائه کرده است. این مشوق‌ها شامل معافیت‌های مالیاتی برای شرکت‌های مخابراتی و توسعه‌دهندگان زیرساخت است که به کاهش هزینه‌های پروژه‌ها کمک می‌کند. علاوه بر این، تسهیلات مالی مانند وام‌های کم‌بهره و کمک‌های مالی مستقیم، به‌ویژه برای پروژه‌های توسعه‌ای در مناطق کم‌دسترسی و روستایی، نقش کلیدی در حمایت از اپراتورها ایفا می‌کنند.

دولت همچنین با کاهش موانع قانونی و ساده‌سازی فرآیند صدور مجوزهای ساخت و ساز، زمینه را برای اجرای سریع‌تر پروژه‌های فیبر نوری فراهم

1. Building Digital UK (BDUK)

2. Department for Culture, Media and Sport

کرده است. این اقدامات شامل کاهش الزامات اداری و تسریع در مراحل تصویب پروژه‌هاست. از سوی دیگر، سیاست‌های اطلاع‌رسانی و تبلیغاتی برای تشویق کاربران به استفاده از فیبر نوری نیز اجرا شده است. این برنامه‌ها مزایای عملی فیبر نوری، مانند افزایش کیفیت ارتباطات و ارزش افزوده املاک، را برای کاربران برجسته می‌کنند.

آلمان از نوعی مدل شراکت دولتی - خصوصی استفاده می‌کند که در آن دولت فدرال و اپراتورهای خصوصی همکاری می‌کنند تا زیرساخت‌های فیبر نوری در مناطق سودآور و کم‌سودآور توسعه یابند. این مجموعه اقدامات در کنار برنامه‌های مالی دولت فدرال، مانند تأمین بودجه دوازده میلیارد یورویی برای توسعه پهن‌بند، نقش مهمی در تسریع روند دیجیتالی شدن آلمان و گسترش شمول دیجیتال در سراسر کشور ایفا کرده است.

حکمرانی توسعه فیبر نوری در آلمان توسط وزارت حمل‌ونقل و زیرساخت‌های دیجیتال (BMDV)^۱ و همکاری با اپراتورهای خصوصی و دولت‌های محلی انجام می‌شود. وزارت حمل‌ونقل و زیرساخت‌های دیجیتال نقش اصلی در سیاست‌گذاری، تنظیم قوانین و نظارت بر اجرای پروژه‌ها را دارد. Deutsche Telekom و سایر شرکت‌های خصوصی مسئولیت اصلی را در توسعه زیرساخت‌ها برعهده دارند. داده‌های عملکرد و پیشرفت پروژه‌ها از طریق Broadband Atlas و گزارش‌های BREKO برای نظارت دقیق استفاده می‌شود [۲۱].

۴-۷. آمریکا

توسعه فیبر نوری در آمریکا از دهه ۱۹۷۰ آغاز شد؛ هنگامی که فیبر نوری به‌عنوان جایگزینی برای کابل‌های مسی در انتقال داده معرفی شد. در دهه ۱۹۸۰، شرکت‌های مخابراتی بزرگ مانند AT&T به استفاده از فیبر نوری در شبکه‌های ارتباطی بین‌المللی شروع کردند. با پیشرفت فناوری و افزایش تقاضا برای سرعت‌های بالاتر، این فناوری در دهه ۱۹۹۰ در شبکه‌های محلی نیز گسترش یافت.

ایالات متحده از نوعی مدل ترکیبی دولتی - خصوصی برای توسعه فیبر نوری استفاده می‌کند. در این مدل، دولت فدرال بودجه و قوانین حمایتی ارائه می‌دهد و شرکت‌های خصوصی وظیفه طراحی، نصب و مدیریت شبکه‌ها را برعهده دارند. این همکاری باعث تسریع در اجرای پروژه‌ها و کاهش هزینه‌ها شده است. در مناطق روستایی و کم‌دسترسی، دولت از مدل‌های جامعه‌محور استفاده می‌کند که در آن جوامع محلی، قبایل و مؤسسات عمومی در طراحی و اجرای پروژه‌ها مشارکت دارند.

در مناطق شهری پرتراکم، فناوری، FTTB به‌عنوان روشی مؤثر برای گسترش فیبر نوری استفاده می‌شود. این روش شامل نصب فیبر نوری در ساختمان‌های بلندمرتبه است که اتصال سریع‌تری را فراهم می‌کند. در مناطق روستایی و کم‌دسترسی، مدل‌های ترکیبی از فیبر نوری و فناوری‌های بی‌سیم مانند G5 استفاده می‌شود. این روش‌ها هزینه‌ها را کاهش می‌دهند و امکان دسترسی به اینترنت پرسرعت را در مناطق دورافتاده فراهم می‌کنند.

آمریکا چندین برنامه بزرگ برای توسعه زیرساخت فیبر نوری ایجاد کرده است. یکی از این برنامه‌ها عدالت پهن‌بند، دسترسی و استقرار BEAD^۱ است که با بودجه حدود ۴۳ میلیارد دلار، به گسترش زیرساخت اینترنت پرسرعت و افزایش عدالت دیجیتال اختصاص داده شده است. برنامه BEAD ابتکار گسترده‌ای برای دیجیتالی کردن ایالات متحده و کاهش شکاف دیجیتال است. این برنامه با همکاری نهادهای فدرال، ایالتی و محلی و تخصیص منابع به جوامع نیازمند، زیرساخت‌های دیجیتال را تقویت و به‌عنوان الگویی برای سایر کشورها عمل می‌کند. این پروژه نه فقط دسترسی به اینترنت پرسرعت را بهبود می‌بخشد، بلکه تأثیرات مثبتی بر اقتصاد و کیفیت زندگی خواهد داشت. بودجه ۴۲،۴۵ میلیارد دلاری BEAD برای برنامه‌ریزی، تحقیق، و توسعه زیرساخت‌ها در مناطق فاقد خدمات یا کم‌دسترسی تخصیص داده شده است. این بودجه برای نصب Wi-Fi در ساختمان‌های چندواحدی، آموزش مهارت‌های دیجیتال و برنامه‌های توسعه نیروی کار استفاده می‌شود. همچنین، عدالت دیجیتال از طریق ارتقای دسترسی به خدمات اینترنت در جوامع محروم دنبال می‌شود.

برنامه BEAD شامل مراحل مشخصی از جمله تخصیص بودجه اولیه برای برنامه‌ریزی، تدوین برنامه پنج‌ساله و ارائه پیشنهادها و اولیه و نهایی برای اجرای پروژه‌هاست. نهادهای واجد شرایط مانند ایالت‌ها و مناطق تحت حاکمیت آمریکا پس از تأیید برنامه‌ها، وارد فرایند شناسایی پیمانکاران برای اجرای پروژه‌ها می‌شوند. هدف این مراحل ایجاد زیرساخت‌هایی برای پوشش کامل اینترنت پرسرعت است.

1. Bundesministerium für Digitales und Verkehr

2. Broadband Equity, Access, and Deployment (BEAD)



برنامه صندوق فرصت‌های دیجیتال روستایی (RDOF)^۱ نیز با بودجه بیست میلیارد دلار، توسعه فیبر نوری در مناطق روستایی و کم‌دسترسی را هدف گرفته است. علاوه بر این، برنامه عدالت دیجیتالی^۲ با بودجه ۲٫۷۵ میلیارد دلار، پروژه‌هایی را برای افزایش مهارت‌های دیجیتال و دسترسی عادلانه به فناوری در بین گروه‌های کم‌برخوردار حمایت می‌کند.

مدل تأمین مالی فیبر نوری در آمریکا شامل ترکیبی از سرمایه‌گذاری‌های فدرال و ایالتی و همچنین منابع مالی خصوصی است. بودجه فدرال از طریق برنامه‌هایی مانند BEAD و RDOF تأمین می‌شود. همچنین، شرکت‌های خصوصی در مناطقی سرمایه‌گذاری می‌کنند که بازده اقتصادی بیشتری دارند. این مدل ترکیبی بار مالی دولت را کاهش می‌دهد و اجرای پروژه‌ها را تسریع می‌بخشد.

دولت ایالات متحده برای حمایت از گسترش فیبر نوری، مشوق‌های مالی متعددی ارائه کرده است. به‌عنوان مثال، هر ایالت در چارچوب برنامه BEAD تا سقف صد میلیون دلار برای برنامه‌ریزی و تحقیقات دریافت می‌کند. علاوه بر این، یارانه‌ها و معافیت‌های مالیاتی برای شرکت‌های مخابراتی فعال در مناطق روستایی و کم‌دسترسی در نظر گرفته شده است. قوانین حمایتی مانند Build America Buy America نیز تضمین می‌کنند که تجهیزات مورد استفاده در این پروژه‌ها از تولیدکنندگان داخلی تهیه شوند که این اقدام به تقویت اقتصاد ملی و ایجاد شغل کمک می‌کند. حکمرانی در توسعه فیبر نوری آمریکا توسط کمیسیون ارتباطات فدرال (FCC)^۳ و اداره ملی ارتباطات و اطلاعات (NTIA)^۴ انجام می‌شود. در ادامه به برخی از این مصوبات این دو نهاد پرداخته می‌شود.

طرح ملی پهن‌بند آمریکا: این طرح توسط کمیسیون ارتباطات فدرال در سال ۲۰۱۰ ارائه شده است و بر سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پیشرفته مانند فیبر نوری و ایجاد شرایط مناسب برای دسترسی برابر همه آمریکایی‌ها تأکید دارد.

قانون Dig Once: این قانون اطمینان حاصل می‌کند که هنگام اجرای پروژه‌های جاده‌ای جدید یا بازسازی جاده‌ها، مسیرهای لازم برای نصب فیبر نوری ایجاد شود. به‌عبارتی، این قانون به هماهنگی نصب زیرساخت‌های ارتباطی با پروژه‌های دیگر مانند ساخت جاده‌ها یا خطوط برق اشاره دارد. هدف اصلی این قانون کاهش هزینه‌های حفاری و نصب است و اجرای آن باعث جلوگیری از تخریب مکرر جاده‌ها و تسریع در توسعه شبکه‌های فیبر نوری می‌شود. نمونه این قانون در ایالت یوتا در آمریکا اجرا شده است و به تبادل منابع فیبر نوری میان نهادها کمک می‌کند.

قانون حق العبور:^۵ اداره بزرگراه‌های فدرال (FHWA)^۶ بخشی از وزارت حمل‌ونقل ایالات متحده (USDOT)^۷ است که مسئولیت مدیریت و ارتقای شبکه حمل‌ونقل بین‌ایالتی و زیرساخت‌های جاده‌ای را برعهده دارد. FHWA نقش کلیدی در حمایت از توسعه فیبر نوری ایفا کرده است. اداره بزرگراه‌های فدرال با تنظیم قوانین حق العبور، دسترسی اپراتورهای مخابراتی به زیرساخت‌های موجود جاده‌ای را از طریق استفاده از کانال‌های موجود برای نصب فیبر نوری و کاهش نیاز به بنای زیرساخت‌های جدید تسهیل می‌کند. اداره بزرگراه‌های فدرال همچنین برنامه‌های تحقیقاتی را برای شناسایی بهترین شیوه‌های نصب و مدیریت فیبر نوری اجرا می‌کند. این برنامه‌ها شامل آزمایش فناوری‌های جدید و تدوین استانداردهای فنی می‌شوند.

قراردادهای اشتراک‌گذاری:^۸ این قراردادها برای استفاده مشترک از فیبر نوری میان نهادها منعقد می‌شوند. این مدل شامل دو نوع قرارداد تجاری و تعویضی است. در قراردادهای تجاری، هزینه‌ای برای استفاده تعیین می‌شود؛ در حالی که قراردادهای تعویضی به تبادل فیبر یا ظرفیت شبکه بدون پرداخت مالی متکی‌اند. این مدل‌ها به کاهش هزینه‌ها و بهبود دسترسی در مناطق کم‌دسترسی کمک می‌کنند.

سیاست‌های شفافیت و تنظیم بازار: این سیاست‌ها شفافیت تعرفه‌ها، جلوگیری از انحصار و تضمین رقابت عادلانه میان اپراتورها را شامل می‌شوند. هدف اصلی آنها تشویق سرمایه‌گذاری خصوصی و کاهش هزینه خدمات برای کاربران است. برای مثال، در ایالت ویرجینیا از دهه ۱۹۹۰ این سیاست‌ها به تسهیل اشتراک‌گذاری فیبر کمک کرده‌اند.

سیاست‌های حمایت از مشارکت‌های دولتی - خصوصی (PPP): این سیاست‌ها شامل مدلی‌هایی‌اند که در آن هزینه‌ها و مسئولیت‌های توسعه زیرساخت میان دولت و بخش خصوصی تقسیم می‌شود. این رویکرد باعث افزایش سرمایه‌گذاری در مناطق کم‌سودآور و کاهش بار

1. Rural Digital Opportunity Fund (RDOF)

2. Digital Equity Act

3. Federal Communications Commission

4. National Telecommunications and Information Administration

5. Right of Way

6. Federal Highway Administration

7. United States Department of Transportation

8. Fiber Sharing Agreements

مالی دولت می‌شود. پروژه‌های اشتراک‌گذاری در ایالت ویسکانسین نمونه موفق‌تری از این مدل است. استانداردهای نصب و نگهداری: این استانداردها برای تضمین کیفیت، قابلیت اطمینان و دوام زیرساخت‌های فیبر نوری تدوین شده‌اند. اجرای این استانداردها هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش می‌دهد و طول عمر شبکه را می‌افزاید. سیاست‌های مربوط به تخصیص درآمد: این سیاست‌ها مشخص می‌کنند که درآمد حاصل از اشتراک‌گذاری فیبر چگونه میان طرفین تقسیم شود. این رویکرد تضمین‌کننده عدالت مالی و مشوق همکاری میان نهادهاست [۲۲].

جدول ۱. ابزارهای سیاست‌گذاری برای توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری آمریکا (اهداف، مزایا و نمونه‌ها) [۲۲]

عنوان	شرح و اهداف	مزایا	نمونه‌ها
قانون «Dig Once»	هماهنگی نصب زیرساخت‌ها با پروژه‌های دیگر	کاهش هزینه حفاری، جلوگیری از تخریب مکرر، تسریع توسعه	قانون یوتا در آمریکا
قوانین دسترسی به زیرساخت‌های موجود	استفاده از تیرهای برق و کانال‌های زیرزمینی برای نصب فیبر نوری	کاهش هزینه، بهره‌وری از منابع موجود	دستورالعمل‌های اتحادیه اروپا
قراردادهای اشتراک‌گذاری	قراردادهای تجاری یا تعویضی برای استفاده مشترک از فیبر	کاهش هزینه‌ها، بهبود دسترسی	قراردادهای فیبر در آمریکا
سیاست‌های شفافیت و تنظیم بازار	تضمین شفافیت تعرفه‌ها و رقابت عادلانه	تشویق سرمایه‌گذاری خصوصی، کاهش هزینه‌ها	سیاست‌های ایالت ویرجینیا
مشارکت‌های دولتی-خصوصی (PPP)	تقسیم هزینه و مسئولیت میان دولت و بخش خصوصی	افزایش سرمایه‌گذاری، کاهش بار مالی دولت	پروژه‌های ویسکانسین
استانداردهای نصب و نگهداری	تضمین کیفیت و دوام زیرساخت‌ها	کاهش هزینه‌های تعمیر، افزایش طول عمر شبکه	استانداردهای جهانی در پروژه‌های بزرگ فیبر
سیاست‌های تخصیص درآمد	تنظیم نحوه تقسیم درآمد حاصل از اشتراک‌گذاری فیبر	تضمین عدالت مالی، مشوق همکاری	پروژه‌های محلی در آلمان و آمریکا

۸-۴. توسعه فناوری فیبر نوری در اروپا

اروپا با تکیه بر سیاست‌های حمایتی، سرمایه‌گذاری‌های کلان و همکاری بین‌رشته‌ای توانسته است در گسترش شبکه‌های فیبر نوری موفق عمل کند. این منطقه به‌عنوان یکی از پیشروهای جهانی در این زمینه شناخته می‌شود. توسعه فیبر نوری در اروپا از دهه ۱۹۸۰ آغاز شد و به تدریج با تکامل سیاست‌های مخابراتی، تکنولوژی‌های نوآورانه و سرمایه‌گذاری‌های کلان تقویت شد. برای توسعه فیبر نوری در اروپا، از اصلی‌ترین اقدامات افزایش رقابت در بازار بود؛ الزام اپراتورهای دارای قدرت بازار (SMP) به اشتراک‌گذاری زیرساخت‌ها، ورود بازیگران جدید را به بازار تسهیل کرد و باعث بهبود کیفیت خدمات شد. کاهش هزینه‌ها نیز یکی دیگر از نتایج مثبت این چارچوب بود؛ زیرا اپراتورهای کوچک‌تر بدون نیاز به سرمایه‌گذاری سنگین توانستند خدماتشان را گسترش دهند. همچنین، این چارچوب با تشویق اپراتورها به استفاده از فناوری‌های نوین مانند FTTH، تسریع توسعه فناوری را امکان‌پذیر کرد. از سوی دیگر، اشتراک‌گذاری زیرساخت‌ها دسترسی به مناطق روستایی و کم‌جمعیت را تسهیل و به توزیع عادلانه‌تر خدمات ارتباطی کمک کرد.

قانون ارتباطات الکترونیکی اروپا،^۲ که در ماه دسامبر ۲۰۱۸ تصویب و از ماه دسامبر ۲۰۲۰ اجرایی شد، نقطه عطف مهمی در سیاست‌های ارتباطات اتحادیه اروپا محسوب می‌شود. هدف این قانون، هماهنگ‌سازی و تسریع توسعه شبکه‌های پهنای باند ظرفیت بالا، از جمله فیبر نوری و بهبود دسترسی به خدمات دیجیتال برای شهروندان و کسب و کارها در سراسر اروپا بود. سیاست‌های کلیدی حمایت شده توسط EECC، شامل توسعه شبکه‌های پهنای باند سریع، تسهیل دسترسی به زیرساخت‌های موجود، حفاظت از حقوق مصرف‌کننده و ارائه مشوق‌های سرمایه‌گذاری در مناطق کم‌دسترسی است. این اقدامات به بهبود رقابت و کاهش هزینه‌ها در بازار ارتباطات کمک کرده‌اند.

1. Significant Market Power

2. European Electronic Communications Code (EECC)



قانون ارتباطات الکترونیکی اروپا تأثیرات مثبتی بر توسعه فیبر نوری در کشورهای اروپایی داشته است. یکی از مهم‌ترین دستاوردهای آن افزایش سرمایه‌گذاری در شبکه‌های پیشرفته بوده است؛ به‌ویژه از طریق ارائه مشوق‌ها و چارچوب‌های حمایتی که اپراتورها را به گسترش فناوری‌هایی مانند فیبر نوری تشویق کرده است. برای مثال، در آلمان، این قانون همکاری میان اپراتورها را تقویت کرده و باعث افزایش سرعت توسعه شبکه‌ها شده است. همچنین، با کاهش هزینه‌های توسعه از طریق الزام به اشتراک زیرساخت‌ها، مناطق کم‌دسترسی، مانند روستاها، به فیبر نوری دسترسی بیشتری پیدا کرده‌اند؛ چنان‌که در فرانسه و اسپانیا این اقدامات موفقیت‌آمیز بوده‌اند.

اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۱ اهداف دهه دیجیتال ۲۰۳۰ را تعیین کرد که شامل پوشش ۱۰۰ درصد شبکه گیگابیت و 5G در تمامی مناطق بود. بر این مبنای تا سال ۲۰۳۰، تمامی خانوارهای اروپایی باید به شبکه‌های گیگابیتی دسترسی داشته باشند و تمامی مناطق مسکونی اروپا تحت پوشش 5G قرار گیرند.

۹-۴. درس آموخته‌ها از تجربیات سایر کشورها

توسعه شبکه فیبر نوری در کشورهای مختلف نشان داده است که موفقیت در این حوزه وابسته به استفاده از ابزارهای سیاستی مؤثر و متناسب با شرایط جمعیتی، اقتصادی و جغرافیایی است. بهره‌گیری از مدل‌های شراکت دولتی-خصوصی، تسهیل فرایندهای اجرایی و کاهش هزینه‌ها از جمله راهکارهایی به شمار می‌روند که می‌توانند به تسریع پیشرفت پروژه‌های فیبر نوری در ایران کمک کنند. همچنین، ایجاد شفافیت در قوانین و تمرکز بر کاهش شکاف دیجیتال می‌تواند نقشی کلیدی در بهبود دسترسی و ارتقای کیفیت خدمات داشته باشد. در این بخش به مرور خلاصه آموخته‌های کلیدی از تجربیات کشورهای مختلف در قالب محورهای سیاستی ارائه می‌گردد:

۹-۴-۱. مدل‌های مشارکت عمومی-خصوصی (PPP)

تجربه‌های کشورهایمانند فرانسه و بریتانیا نشان داده است که شراکت دولتی-خصوصی از مهم‌ترین ابزارها برای توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری است. دولت با ارائه سرمایه اولیه، یارانه‌ها و تسهیلات قانونی، مشارکت بخش خصوصی را تسهیل و اجرای پروژه‌ها را تسریع می‌کند.

۹-۴-۲. سیاست‌های کاهش هزینه و بهینه‌سازی منابع

سیاست‌هایی مانند Dig Once، که در آمریکا اجرا می‌شود، حفاری‌های موازی و مکرر را کاهش می‌دهد و هزینه‌های توسعه زیرساخت‌ها را به حداقل می‌رساند. این سیاست‌ها با کمک به هماهنگی پروژه‌های مخابراتی و زیرساختی، منابع را بهینه‌سازی می‌کند.

۹-۴-۳. توسعه متوازن شهری و روستایی با استفاده از فناوری‌های مختلف

مدل‌های توسعه‌ای مانند FTTH برای مناطق شهری و FTTC برای مناطق روستایی یا ایجاد پوشش‌های سیار پرسرعت G در کشورهای مختلف مانند فرانسه و کره جنوبی به صورت ترکیبی از فناوری‌ها برای دستیابی به اهداف مورد انتظار در بخش سرعت و پوشش به کار گرفته شده‌اند. این مدل‌ها با توجه به شرایط جغرافیایی و تراکم جمعیتی طراحی می‌شوند.

۹-۴-۴. توسعه متوازن لایه‌های مختلف اقتصاد دیجیتال

یکی از راهبردهای کلیدی در کشورهای پیشرو در حوزه توسعه فیبر نوری توجه به اتخاذ رویکرد یکپارچه در لایه‌های مختلف محتوایی، خدماتی و زیرساختی اقتصاد دیجیتال است. در این راستا، حمایت‌ها و اقدامات دولت به صورت همزمان بر کاهش شکاف‌های دیجیتال در زیرساخت‌های فیزیکی دسترسی، ارتقای توانمندی‌های دیجیتال شهروندان و توسعه خدمات متنوع بر بستر زیرساخت‌ها معطوف است. این امر موجب ایجاد هماهنگی میزان تقاضا برای پهن‌بند، خدمات شکل گرفته در حوزه دیجیتال و محتوای نهایی ارائه شده به شهروندان خواهد شد.

۹-۴-۵. استفاده از رویکردهای حکمرانی مشارکتی و محلی به جای رویکردهای متمرکز

توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری به علت گستردگی و وسعت بالا، نیازمند هماهنگی و نظارت دستگاه‌های متعدد شهری و دولتی است. در این راستا برخی کشورهای تلاش کرده‌اند سیاست‌ها و حمایت‌های خود را به منظور توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری از طریق مشارکت و درگیر کردن نهادهای استانی و محلی دنبال کنند. این موضوع سبب می‌شود نهادهای استانی و محلی برای جذب بیشتر منابع حمایتی به حوزه جغرافیایی خود موانع را با سرعت بیشتر مرتفع کنند.

۹-۴-۶. تسهیلات مالیاتی و یارانه‌های دولتی

کشورهای پیشرو، مانند ژاپن و فرانسه، از مشوق‌های مالیاتی و یارانه‌ها برای کاهش بار مالی بخش خصوصی و تشویق سرمایه‌گذاری در مناطق

کمتر توسعه یافته استفاده کرده‌اند.

۷-۹-۴. تمرکز بر شفافیت در سیاست‌گذاری و حکمرانی

ایجاد سیاست‌های شفاف و قوانین یکپارچه از درس‌های مهم کشورهای توسعه یافته است. در آمریکا، کمیسیون ارتباطات فدرال (FCC) و اداره ملی ارتباطات و اطلاعات (NTIA) از نهادهای کلیدی در نظارت و تنظیم بازار فیبر نوری محسوب می‌شوند. که موضوع‌های مربوط به تسهیم زیرساخت‌ها و تنظیم رقابت و کیفیت خدمات را تضمین می‌کنند.

۸-۹-۴. استانداردهای و نظارت میدانی

در ژاپن، تدوین استانداردهای فنی برای توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری و اجرای نظارت‌های میدانی به بهبود کیفیت پروژه‌ها و کاهش هزینه‌های نگهداری کمک کرده است.

جدول ۲. سیاست‌ها و راهبردهای کلیدی توسعه فیبر نوری در کشورهای منتخب [۲۲-۹]

کشور	طرح‌های کلیدی توسعه‌ای	هدف گذاری	حمایت دولتی	مدل نظارت	آموخته‌ها
ژاپن	برنامه توسعه ملی شبکه فیبر	پوشش ۹۹.۹۹ درصد تا ۲۰۲۸	ارقه وام‌های کپیهره و بازه‌های مالی برای توسعه زیرساخت‌ها؛ سرمایه‌گذاری قلی توجه از سوی دولت در کنار مشارکت بخش خصوصی.	نظارت توسط وزارت ارتباطات (MIC) یا همکاری بخش خصوصی	اهمیت شرکت دولتی خصوصی تسهیلات مالیاتی و بازه‌های دولتی طرح توسعه متناسب برای حوزه شهری و روستایی
کره جنوبی	طرح کره سایبری ۲۱ و گیگا کره	اینترنت گیگابیتی برای تمامی کلپرون تا ۲۰۲۰	ارقه تخفیف‌های مالیاتی و تسهیلات مالی؛ اختصاص ۷۵ درصد از بودجه پروژه گیگا کره توسط دولت با سرمایه‌گذاری ترکیبی از سوی بخش خصوصی و دولتی.	مدل مشارکتی با تمرکز بر همکاری وزارت علوم و فناوری اطلاعات	اهمیت رقابت پذیری و تسهیلات مالی برای جذب سرمایه‌گذاری
فرانسه	Plan France Très Haut Débit	پوشش کامل تا ۲۰۲۵	استفاده از مشق‌های مالی و وام‌های کپیهره برای توسعه شبکه؛ تأمین مالی ترکیبی از دولت و بخش خصوصی یا سهم عمده دولت در سرمایه‌گذاری اولیه.	نظارت توسط مقامات محلی و وزارت امور دیجیتال	اهمیت قوانین حمایتی و مشوق‌های مالی
اسپانیا	سیاسی دیجیتال ۲۰۲۵	پوشش کامل فیبر نوری تا ۲۰۲۵	ارقه تخفیف‌های مالیاتی و وام‌های کپیهره؛ تأمین ۴.۲ میلیارد یورو از بودجه دولت و ۲۴ میلیارد یورو توسط بخش خصوصی در مدل تأمین مالی ترکیبی.	تشکیل شورای مشورتی تحول دیجیتال (۲۰۲۰)، نظارت توسط ONTSI و هماهنگی با وزارت امور اقتصادی و تحول دیجیتال	هدف گذاری نطق‌پذیر می‌تولد نقش موثری در توسعه موفق شبکه فیبر نوری ایفا کند این نطق‌پذیری از سه جنبه اصلی قابل بررسی است: پوشش ترکیبی: استفاده هم‌زمان از فناوری‌های فیبر به متارل (FTTH) و فیبر به نزدیک‌ترین نقطه دسترسی (FTTC) برای پوشش سدرصدی سرعت ترکیبی: تعیین اهداف سرعت ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه به صورت حداقل قلی دستیابی برای کلپرون هدف‌گذاری ویژه طراحی اهداف متفاوت برای مراکز خاص ملقد متعلق پرتراکم یا زیرساخت‌های نسترانژیکه
بریتانیا	پروژه گیگابیتی	پوشش ۸۵ درصد تا ۲۰۲۵ و ۱۰۰ درصد تا ۲۰۳۰	ارقه معافیت‌های مالیاتی و کاهش موانع اجرایی؛ تأمین ۵ میلیارد پوند از بودجه دولت در مدل تأمین مالی ترکیبی یا مشارکت بخش خصوصی.	نظارت توسط «زمان ساخت دیجیتال بریتانیا» یا همکاری دولت محلی	کاهش موانع قانونی، شرکت بخش دولتی یا بخش خصوصی
آلمان	Digital Agenda ۲۰۱۴-۲۰۱۷، Giga bit Initiative ۲۰۲۰	پوشش ۷۵۰ تا ۲۰۲۵ و پوشش کامل گیگابیتی تا ۲۰۳۰	استفاده از تسهیلات مالی و کاهش موانع قانونی؛ تأمین ۱۲ میلیارد یورو توسط ترکیب سرمایه دولتی و خصوصی یا سرمایه‌گذاری قلی توجه از سوی دولت.	نظارت توسط BMDV و همکاری اپراتورهای خصوصی	تشویق کلپرون و کاهش هزینه‌ها
آمریکا	BEAD, RDOF، و سایر برنامه‌های فدرال	پوشش کامل متعلق محروم	ارقه وام‌های کپیهره و بازه‌های مالی؛ تأمین ۴۲ میلیارد دلار از بودجه دولتی یا مشارکت اپراتورهای خصوصی و کمک‌های گسترده دولت.	نظارت FCC و همکاری چندلایه	نقش محوری دولت در کاهش شکاف دیجیتالی نظارت متناسب سیاست‌های کاهش هزینه و پیاده‌سازی متلع شفافیت در سیاست‌گذاری و حکمرانی
اتحادیه اروپا	Digital Decade ۲۰۲۰ و قوانین EECC	پوشش ۱۰۰ درصد گیگابیتی تا ۲۰۳۰	اختصاص بازه‌ها، وام‌های کپیهره، و اجرای سیاست‌های حمایتی برای توسعه شبکه؛ تأمین مالی از طریق کمک‌های دولتی همراه با مقررات رقابتی برای جذب سرمایه‌گذاری.	نظارت توسط BEREC و تنظیم‌گران ملی	اهمیت هماهنگی و یکپارچگی بین کشورهای عضو استانداردسازی



۵. تاریخچه توسعه فیبر نوری در ایران

۵-۱. مقدمه

توسعه فیبر نوری در لایه‌های بالادستی شبکه در ایران یکی از پروژه‌های زیربنایی مهم در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) است که از اوایل دهه ۱۳۷۰ (۱۹۹۰ میلادی) آغاز شد. این پروژه با هدف بهبود کیفیت و سرعت ارتباطات اینترنتی، ارائه خدمات پیشرفته نظیر اینترنت پهن‌بند و خدمات ابری راه‌اندازی شد. در دهه ۱۳۸۰، با افزایش تقاضا برای اینترنت پرسرعت، پروژه‌های با هدف گسترش بیشتر فیبر در لایه‌های دسترسی آغاز و نخستین گام‌ها برای اجرای فناوری‌هایی مانند فیبر به نزدیک اماکن (FTTC) و فیبر به داخل اماکن (FTTH) برداشته شد. در ادامه مروری بر اصلی‌ترین پروژه‌های این حوزه طی سالیان مختلف صورت گرفته است.

۵-۲. ایرانیان‌نت

شرکت خدمات ارتباطی و الکترونیکی ایرانیان‌نت، به‌عنوان اپراتور چهارم مخابراتی ایران، در سال ۱۳۹۰ با هدف ایجاد شبکه دسترسی پهن‌بند مبتنی بر فیبر نوری در سطح کشور تأسیس شد. این شرکت مجوز خود را از سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی دریافت کرد و مأموریت اصلی آن توسعه شبکه فیبر نوری (FTTX) در هفت کلان‌شهر ایران بود. با وجود این، ایرانیان‌نت پس از تأسیس با چالش‌های متعددی مواجه شد. در سال‌های اولیه، تغییرات مدیریتی و نبود سرمایه کافی باعث کندی در پیشرفت پروژه‌ها شد. در سال ۱۳۹۴، مذاکراتی با شرکت MTN برای جذب سرمایه‌گذاری خارجی صورت گرفت که به‌علت مسائل مختلف، از جمله تحریم‌ها، نوسانات ارزی و نبود افق روشن در بازگشت سرمایه به نتیجه نرسید. در نهایت شرکت ایرانیان‌نت با وجود تمدید مهلت‌ها و تلاش‌های متعدد، نتوانست به تعهدات خود در توسعه شبکه فیبر نوری عمل کند تا برنامه‌ریزی متفاوتی در دستور کار وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات برای توسعه زیرساخت‌های ارتباطی در دستور کار قرار گیرد.

۵-۳. پروژه تغییر شبکه به خط اشتراک دیجیتال (VDSL)

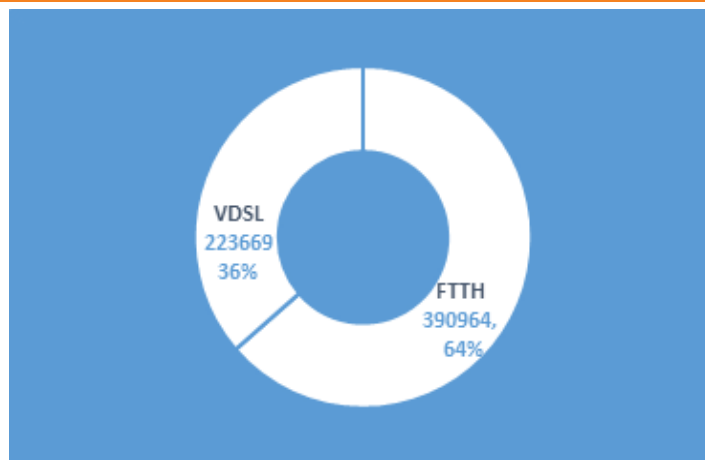
با آغاز دولت دوازدهم، پروژه توسعه شبکه دسترسی فیبر نوری وارد مرحله جدیدی شد. در این دوره تلاش شد با استفاده از زیرساخت‌های موجود سیم مسی شبکه و با محوریت شرکت مخابرات ایران، فناوری غالب مورد استفاده در شبکه ثابت کشور (ADSL) ارتقا یابد و با گسترش فیبر نوری از مراکز مخابراتی تا کافوهای سرویس‌های VDSL به کاربران ارائه شود. هدف گذاری این پروژه دستیابی به پنج میلیون اتصال به فناوری VDSL بود که در نهایت سهم بسیار اندکی از آن تحقق یافت. چالش‌های تأمین مالی پروژه، مشارکت نکردن اپراتورهای مختلف و نبود برنامه‌ریزی مشخص برای حمایت از تحقق این هدف از سوی دولت از جمله اصلی‌ترین عوامل شکست این پروژه به حساب می‌آید.

۵-۴. پروژه بیست میلیون پوشش فیبر نوری

پروژه توسعه بیست میلیون پورت فیبر نوری در ایران با هدف ارتقای زیرساخت‌های ارتباطی و ارائه اینترنت پرسرعت به منازل و کسب و کارها آغاز شد. این طرح، که در واقع بخشی از کلان‌پروژه شبکه ملی اطلاعات به شمار می‌آید، در سال ۱۴۰۰ توسط وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات دولت سیزدهم معرفی شد و بنا داشت تا پایان سال ۱۴۰۳ به اهداف اولیه خود دست یابد. در این راستا، سازمان تنظیم مقررات به صدور پروانه‌های فعالیت برای شرکت‌های متقاضی اقدام کرد و مجلس شورای اسلامی نیز با ایجاد یک ردیف بودجه در قانون بودجه ۱۴۰۲، تأمین مالی پروژه را تسهیل کرد. بخشی از درآمدهای دولت از حق‌السهم اپراتورهای مخابراتی نیز به این پروژه اختصاص یافت.

جمع‌بندی تلاش‌های صورت گرفته برای توسعه دسترسی ارتباطات پرسرعت ثابت در کشور طی سالیان اخیر، نشان می‌دهد که این حوزه همچنان نیازمند برنامه‌ریزی جامع و دقیق‌تر است. طبق آمار رسمی ارائه‌شده از سوی وزارت ارتباطات تا آذرماه ۱۴۰۳، حدود ۶۱۵ هزار مشترک در حال دریافت خدمت از خدمات از زیرساخت فیبر نوری هستند که از این تعداد حدود ۳۹۱ هزار نقطه به صورت فیبر نوری (FTTH) و حدود ۲۲۴ هزار نقطه به صورت اتصال (VDSL) است. بخش عمده‌ای از آنها نیز طی سال‌ها به صورت طبیعی کاربر این شبکه‌ها شده‌اند.

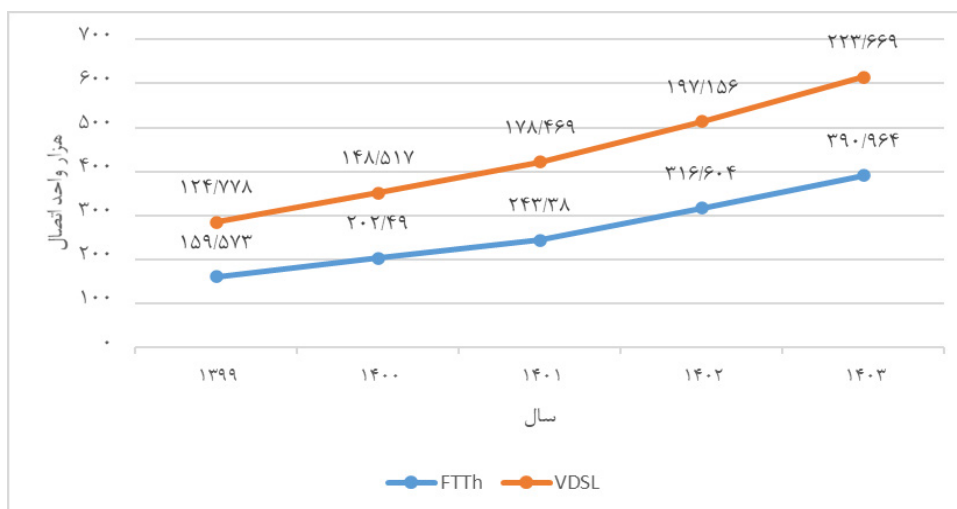
شکل ۶. تعداد سرویس گیرنده (کاربر) شبکه فیبر نوری ایران [۲۵]



۶. وضعیت تحقق اهداف

طبق جدول شماره چهاردهم (اهداف کمی سنج‌های عملکردی رقومی (دیجیتال)) قانون برنامه هفتم پیشرفت مقرر شده است که اتصال اماکن اداری، تجاری و مسکونی به تار (فیبر) نوری طی مدت برنامه هفتم به بیست میلیون نقطه برسد. این مسئله بدان معناست که وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات باید از آغاز سال ۱۴۰۳ تا سال ۱۴۰۸ به طور متوسط سالانه چهار میلیون اتصال در کشور ایجاد کند. هر چند پیش بینی می‌شود این روند در وضعیتی غیر خطی در سال‌های پایانی سرعت بیشتری پیدا کند، همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده، در پایان سال ۱۴۰۲ (ابتدای سال ۱۴۰۳ و شروع برنامه هفتم پیشرفت) حدود ۳۱۷ هزار سرویس گیرنده فیبر نوری وجود داشته است که این میزان تا اواسط آذر ۱۴۰۳ به حدود ۳۹۱ هزار سرویس گیرنده رسیده است و این نشان می‌دهد که در طول ۹ ماهه سال اول اجرای برنامه هفتم پیشرفت فقط حدود ۷۴ هزار اتصال جدید در کشور شکل گرفته است که فاصله زیادی با اهداف تعیین شده برای سال نخست اجرای قانون برنامه هفتم وجود دارد.

شکل ۷. نمودار تعداد سرویس گیرنده‌های اینترنت طی مدت اجرای طرح حمایتی (۱۳۹۹-۱۴۰۳) [۲۵]

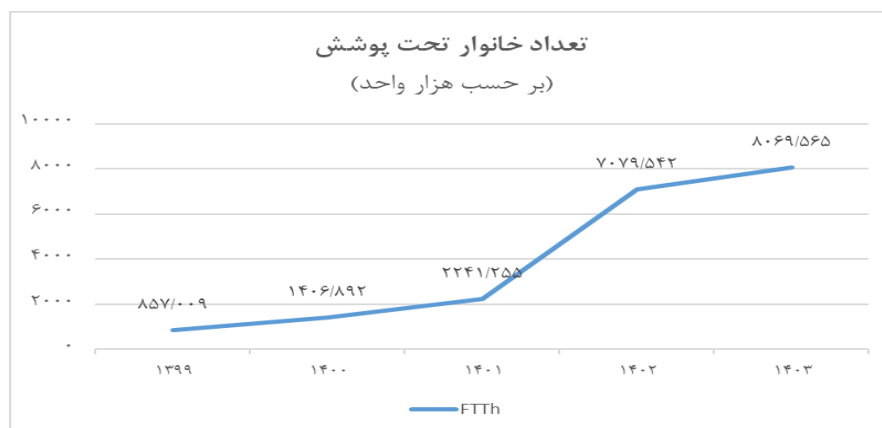


از سوی دیگر، طبق بند «ب» ماده (۶۶) برنامه هفتم مقرر شده است که صندوق فیبر نوری تشکیل شود و اساسنامه آن ظرف سه ماه از تاریخ لازم‌الاجرا شدن قانون برنامه (یعنی تا پایان خردادماه ۱۴۰۳) به تصویب هیئت وزیران برسد. اساسنامه این صندوق در وزارت ارتباطات تدوین شده است، اما همچنان در فرایند تصویب قرار دارد. در بند مذکور (بند «ب» ماده (۶۶))، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات مکلف است با استفاده از



منابع این صندوق و سرمایه‌گذاری کاروران مخابراتی سالیانه حداقل پنج میلیون امکان برقراری اشتراک اینترنت پهن‌بند ثابت مبتنی بر تار (فیبر) نوری نیز در کشور ایجاد کند. عبارت «امکان اتصال به شبکه فیبر نوری» با «اتصال به شبکه فیبر نوری» دو مقوله متفاوت‌اند، اما رابطه مستقیم بین این دو عبارت وجود دارد. در این وضعیت حتی با معادل در نظر گرفتن مفهوم امکان اتصال با مفهوم خانوارهای تحت پوشش فیبر نوری، در سال ۱۴۰۳ برنامه باید امکان اتصال پنج میلیون نقطه جدید (اماکن مسکونی، اداری یا تجاری) به شبکه فیبر نوری ایجاد شود. براساس آمار ارائه شده (شکل ۷)، میزان پوشش فیبر نوری تا پایان سال ۱۴۰۲ (ابتدای سال ۱۴۰۳ و آغاز اجرای برنامه هفتم پیشرفت) حدود هفت میلیون و هشتاد هزار خانوار بوده است. این میزان تا اواسط آذر ۱۴۰۳ به حدود هشت میلیون و هفتاد هزار خانوار افزایش یافته است. بنابراین، طی ۹ ماه نخست اجرای برنامه هفتم پیشرفت، فقط حدود یک میلیون خانوار جدید تحت پوشش قرار گرفته‌اند. این روند نشان می‌دهد که فاصله قابل توجهی با اهداف تعیین شده برای سال نخست اجرای برنامه هفتم وجود دارد و کشور نیازمند تسریع در اقدامات اجرایی و نظارت دقیق‌تر بر فرایند توسعه شبکه فیبر نوری است.

شکل ۸. نمودار تعداد خانوارهای تحت پوشش طی مدت اجرای طرح حمایتی (۱۳۹۹-۱۴۰۳) [۲۵]



۷. حمایت‌ها و الزامات قانونی مرتبط با توسعه فیبر نوری

در ادامه فهرست مهم مصوبات، قوانین و آیین‌نامه‌های مرتبط با توسعه فیبر نوری ایران با توجه به زمان تصویب و با ذکر نهاد تصویب‌کننده آمده است. این فهرست شامل تمامی موارد مرتبط از سال‌های گذشته تاکنون است.

جدول ۳. حمایت‌ها و الزامات قانونی مرتبط با توسعه فیبر نوری

شماره	عنوان مصوبه/قانون	نهاد تصویب‌کننده	تاریخ تصویب	اهم نکات
۱	قانون صیانت از حریم مسیرهای شبکه کابل فیبر نوری شبکه مادر مخابراتی کشور	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۸/۰۲/۰۱	تأمین امنیت فیزیکی و حفاظت از حریم مسیرهای فیبر نوری برای جلوگیری از آسیب و سرقت
۲	اعطای پروانه اجرا و بهره‌برداری از شبکه انتقال داده و دسترسی نوری به کنسرسیوم خدمات ارتباطی و الکترونیکی ایران‌نت	هیئت وزیران	۱۳۸۹/۱۱/۰۶	صدور مجوز برای ایجاد و بهره‌برداری از شبکه فیبر نوری توسط اپراتور چهارم (ایران‌نت)
	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات مصوبه شماره ۵ جلسه ۳۵۲ مورخ ۱۴۰۲/۱۱/۱۵ در خصوص «تمدید مهلت مصوبه شماره ۴ جلسه شماره ۳۴۳ مورخ ۱۴۰۱/۱۲/۷ در خصوص پروانه ایجاد و بهره‌برداری از شبکه‌های انتقال داده نوری و دسترسی کاربران با استفاده از فیبر نوری شرکت خدمات ارتباطی و الکترونیکی ایران‌نت»	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۲/۱۱/۱۵	تمدید مهلت اجرای مصوبه برای تکمیل پروژه‌های در دست اقدام شبکه فیبر نوری ایران‌نت

شماره	عنوان مصوبه/قانون	نهاد تصویب‌کننده	تاریخ تصویب	اهم نکات
۳	آیین‌نامه اجرایی قانون میبانت از حریم مسیرهای شبکه کابل فیبر نوری شبکه مادر مخابراتی کشور	هیئت‌وزیران	۱۳۹۰/۰۵/۱۶	تعیین چارچوب‌های اجرایی برای حفاظت از شبکه فیبر نوری
۴	تصویب‌نامه در خصوص تعیین میزان حق‌السهم پروانه ایجاد و بهره‌برداری از شبکه انتقال داده نوری و دسترسی کاربران با استفاده از فیبر نوری	هیئت‌وزیران	۱۳۹۶/۰۹/۱۹	تعیین درصد حق‌السهم دولت از درآمدهای حاصل از بهره‌برداری شبکه فیبر نوری برای توسعه زیرساخت‌ها
۵	اصول حاکم بر حمایت از توسعه شبکه دسترسی مبتنی‌بر فیبر نوری	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۰/۱۰/۲۶	تعیین اصول و چارچوب‌های حمایت از توسعه شبکه فیبر نوری از جمله تعرفه‌گذاری و ارائه مشوق‌های مالیاتی
	تصویب‌نامه در خصوص تعیین مبلغ تسهیم درآمد ارائه خدمات دسترسی شبکه مبتنی‌بر تار (فیبر) نوری از ابتدای سال ۱۴۰۱ تا پایان سال ۱۴۰۸	هیئت‌وزیران	۱۴۰۰/۱۲/۲۲	
۶	تصویب‌نامه در خصوص حق‌السهم دولت از درآمد خدمات بخش شبکه ارتباطی سیار، ثابت و ارتباطات ماهواره‌ای	هیئت‌وزیران	۱۴۰۱/۰۲/۰۷	مشخص کردن تسهیم درآمد خدمات فیبر نوری بین دولت و اپراتورها
	اصلاح تصویب‌نامه هیئت‌وزیران در خصوص تعیین مبلغ تسهیم درآمد ارائه خدمات دسترسی مبتنی‌بر فناوری فیبر نوری به کاربران دارای درگاه فعال از ابتدای سال ۱۴۰۱ تا پایان سال ۱۴۰۸	هیئت‌وزیران	۱۴۰۱/۰۲/۱۷	
۷	مصوبه قیمت‌گذاری نصب فیبر نوری (مصوبه شماره ۳ جلسه شماره ۳۵۶ کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات با موضوع نصاب موضوع بند «۳» مصوبه شماره ۵۲۳۴۷/ت/۵۹۸۰۸-هـ مورخ ۱۴۰۱/۰۴/۰۱ هیئت‌وزیران)	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۱/۰۴/۰۱	تعیین تعرفه‌های نصب و خدمات مرتبط با فیبر نوری برای افزایش شفافیت اقتصادی
	مصوبه کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات در خصوص اصول حاکم بر پروانه‌های یکپارچه شبکه و خدمات ارتباطی	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۱/۰۵/۰۹	
۸	مصوبه شماره ۱ جلسه شماره ۳۴۳ مورخ ۱۴۰۱/۱۲/۰۷ در خصوص اصلاح برخی از مفاد مصوبه شماره ۱ جلسه شماره ۳۳۶ مورخ ۱۴۰۱/۰۵/۰۹ کمیسیون با موضوع «اصول حاکم بر صدور پروانه یکپارچه شبکه و خدمات ارتباطی»	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۱/۱۲/۰۷	لزوم سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های ارتباطات ثابت و سیار به‌ویژه توسعه شبکه دسترسی مبتنی‌بر فیبر نوری و با رویکرد یکپارچه‌سازی پروانه‌های ایجاد شبکه و خدمات و استفاده حداکثری از ظرفیت‌های فنی، زیرساختی و تجاری کشور
	بازنگری اصول حاکم بر صدور پروانه یکپارچه شبکه و خدمات ارتباطی (مصوبه شماره ۱ جلسه شماره ۳۳۶)	کمیسیون تنظیم مقررات	۱۴۰۲/۰۳/۱۰	
	مصوبه شماره ۳ جلسه شماره ۳۵۳ کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات در خصوص تسهیلات وجوه اداره شده قابل پرداخت به دارندگان پروانه یکپارچه شبکه و خدمات ارتباطی	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۲/۱۲/۱۳	
۹	مصوبه شماره ۲ جلسه شماره ۳۳۶ کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات در خصوص نصاب موضوع بند «۳» مصوبه شماره ۵۲۳۴۷/ت/۵۹۸۰۸-هـ مورخ ۱۴۰۱/۰۴/۰۱ هیئت‌وزیران	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۱/۰۵/۰۹	نصاب بهره‌مندی از مزایای موضوع بند «۳» مصوبه شماره ۵۲۳۴۷/ت/۵۹۸۰۸-هـ مورخ ۱۴۰۱/۰۴/۰۱ هیئت‌وزیران، به‌ازای هر خانوار تحت پوشش یا متصل به شبکه فیبر نوری به تفکیک فاصله از مراکز جمعیتی
	مصوبه شماره ۳ جلسه شماره ۳۵۶ مورخ ۱۴۰۳/۰۴/۲۴ در خصوص نصاب موضوع بند «۳» مصوبه شماره ۵۲۳۴۷/ت/۵۹۸۰۸-هـ هیئت‌وزیران	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۳/۰۴/۲۴	اصلاح ماده (۲) مبنی‌بر تعرفه‌گذاری براساس جمعیت حوزه فعالیت



شماره	عنوان مصوبه/قانون	نهاد تصویب‌کننده	تاریخ تصویب	اهم نکات
۱۰	اصلاح اصول حاکم بر حمایت از توسعه فیبر نوری (اصلاح مصوبه شماره ۳ جلسه شماره ۳۲۹ مورخ ۱۴۰۰/۱۰/۲۶ کمیسیون)	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۱/۰۵/۰۹	افزایش حمایت دولت از کاروران (اپراتورها) برای تحقق اهداف پوشش بیست میلیون خانوار)
	تعرفه عبور زمینی برای نصب داکت/سابداکت/فیبر نوری (مصوبه شماره ۲ جلسه ۳۳۹)	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۱/۰۷/۲۴	تعرفه‌گذاری برای عبور زمینی فیبر نوری با هدف کاهش هزینه‌ها و تسریع در توسعه زیرساخت‌ها
	مصوبه شماره ۲ جلسه شماره ۳۴۴ مورخ ۱۴۰۲/۰۲/۱۷ کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات در خصوص بازنگری مصوبه شماره ۲ جلسه شماره ۳۳۹ این کمیسیون	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۲/۰۲/۱۷	
۱۱	مصوبه شماره ۵ جلسه شماره ۳۵۴ کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات در خصوص بازنگری مصوبات شماره ۲ جلسه شماره ۳۳۹ مورخ ۱۴۰۱/۰۷/۲۴ و شماره ۲ جلسه شماره ۳۴۴ مورخ ۱۴۰۲/۰۲/۱۷ این کمیسیون	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۳/۰۲/۰۲	بازنگری مصوبه‌های قبلی برای بهبود و تطبیق بیشتر با نیازهای فعلی توسعه شبکه
	مصوبه شماره ۴ جلسه شماره ۳۵۴ مورخ ۱۴۰۳/۰۲/۰۲ (در خصوص تعرفه و الزامات اجازه عبور زمینی برای نصب داکت/سابداکت/ میکروداکت و فیبر نوری و نصب تجهیزات فعال و غیرفعال در محل حفاری در مسیرهای بین‌شهری)	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۳/۰۲/۰۲	
۱۲	تعرفه و الزامات استفاده از دکل‌ها و تیرهای برق برای نصب فیبر نوری (مصوبه شماره ۱ جلسه ۳۳۹)	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۱/۰۷/۲۴	ایجاد چارچوب‌های قانونی برای استفاده از زیرساخت‌های موجود (مانند تیرهای برق) برای نصب فیبر نوری
۱۳	مصوبه شماره ۴ جلسه شماره ۳۴۳ مورخ ۱۴۰۱/۱۲/۰۷ کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات (با موضوع ایجاد و بهره‌برداری از شبکه‌های انتقال داده نوری)	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۱/۱۲/۰۷	ایجاد ضوابط و مقررات برای بهره‌برداری از شبکه‌های فیبر نوری و نحوه استفاده از زیرساخت‌های جدید
۱۴	قانون بودجه ۱۴۰۲ ^۱ آیین‌نامه اجرایی بند «س» تبصره «۷» ماده واحده قانون بودجه سال ۱۴۰۲ کل کشور	مجلس شورای اسلامی هیئت‌وزیران	۱۴۰۲/۰۱/۰۶ ۱۴۰۲/۰۲/۱۷	بهبود روند سرمایه‌گذاری در شبکه فیبر نوری با ایجاد حساب توسعه شبکه تار (فیبر) نوری
۱۵	تعرفه خدمت اتصال و دسترسی پرسرعت مراکز آموزشی، پژوهشی و حوزوی به شبکه ملی اطلاعات بر بستر فیبر نوری	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۲/۰۲/۱۷	تعیین تعرفه خدمات فیبر نوری برای مراکز آموزشی و پژوهشی برای افزایش دسترسی به شبکه ملی اطلاعات

۱. به دولت اجازه داده می‌شود در سال ۱۴۰۲ به منظور توسعه شبکه تار (فیبر) نوری منازل و کسب و کارها حسابی تحت عنوان «حساب توسعه شبکه تار (فیبر) نوری»، با منبع اولیه ده هزار میلیارد (۱۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰) ریال از محل اعتبارات مصوب وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات (حق الامتیاز و حق السهم دولت از درآمدهای کاروران ارتباطی، موضوع قانون اجازه تعیین و وصول حق امتیاز فعالیت بخش غیردولتی در زمینه پست و مخابرات مصوب ۱۳۹۲/۰۸/۱۹) و سایر منابع قانونی مربوط ایجاد کند. منابع این حساب صرف توسعه شبکه تار (فیبر) نوری کشور و پوشش و اتصال پرسرعت مبتنی بر تار (فیبر) نوری اماکن اداری، تجاری و مسکونی کشور به شبکه ملی اطلاعات می‌شود. مانده منابع این حساب قابل انتقال به سال بعد است.

آیین‌نامه اجرایی این بند توسط وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و با همکاری سازمان برنامه و بودجه کشور و وزارت امور اقتصادی و دارایی حداکثر یک ماه پس از تصویب این قانون تهیه می‌شود و به تصویب هیئت‌وزیران می‌رسد. وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات مکلف است گزارش عملکرد اجرای این بند مشتمل بر میزان منابع و مصارف و تعداد اماکن تحت پوشش و متصل از طریق تار (فیبر) نوری را هر سه ماه یک بار به کمیسیون‌های برنامه و بودجه و محاسبات و صنایع و معادن مجلس شورای اسلامی ارائه نماید.

شماره	عنوان مصوبه/قانون	نهاد تصویب‌کننده	تاریخ تصویب	اهم نکات
۱۶	قانون بودجه ۱۴۰۳ ^۱	مجلس شورای اسلامی	۱۴۰۳/۰۱/۰۶	بهبود روند سرمایه‌گذاری در شبکه فیبرنوری با تأسیس صندوق توسعه تار (فیبر) نوری وزارت ارتباطات گزارش نظارتی شامل میزان منابع و مصارف و تعداد اماکن تحت پوشش و متصل از طریق تار (فیبر) نوری را هر سه ماه یکبار به مجلس شورای اسلامی ارسال نماید.
	بخشنامه سازمان امور مالیاتی در خصوص احکام مالیاتی قانون بودجه سال ۱۴۰۳ کل کشور	سازمان امور مالیاتی	۱۴۰۳/۰۱/۲۵	ایجاد محدودیت زمانی صدور مجوز حفاری و نصب تجهیزات در معابر شهری و معابر خارج از شهر برای شهرداری‌های سراسر کشور و وزارت راه و شهرسازی (حداکثر پانزده روز پس از دریافت تقاضای کارور (اپراتور))
۱۷	الزامات تأمین ارتباط امن برای دستگاه‌های اجرایی (مصوبه شماره ۱ جلسه شماره ۳۵۵ مورخ ۱۴۰۳/۰۲/۳۰ کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات با موضوع الزامات تأمین ارتباط امن و ایجاد شبکه اختصاصی مورد نیاز دستگاه‌های اجرایی)	کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات	۱۴۰۳/۰۲/۳۰	ایجاد شبکه اختصاصی امن برای دستگاه‌های اجرایی با هدف افزایش امنیت اطلاعاتی و ارتباطی
۱۸	قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران	مجلس شورای اسلامی	۱۴۰۳/۰۳/۰۱	اتصال بیست میلیون از اماکن اداری، تجاری و مسکونی به تار (فیبر) نوری تأسیس صندوق توسعه شبکه تار (فیبر) نوری و تدوین اساسنامه طی مدت سه ماه وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات مکلف است با استفاده از منابع این صندوق و سرمایه‌گذاری کارور آن مخابراتی سالیانه حداقل پنج میلیون امکان برقراری اشتراک اینترنت پهن‌بند ثابت مبتنی بر تار (فیبر) نوری در کشور ایجاد نماید.
	اساسنامه صندوق توسعه فیبر نوری	هیئت دولت	در حال نهایی‌سازی	طراحی و تدوین اساس‌نامه برای تأمین منابع مالی و حمایت از پروژه‌های توسعه فیبر نوری

مأخذ: گردآوری توسط نویسنده.

۸. چالش‌های توسعه فیبر نوری در کشور

توسعه فیبر نوری در ایران به علت تعدد احکام قانونی و مقرراتی و همچنین وجود باز یگران متعدد بخش خصوصی و ارتباط آن با اهداف شبکه ملی اطلاعات و مصوبات شورای عالی فضای مجازی در اجرا با چالش‌های متعددی روبه‌روست. از یک سو باید منابع مالی مورد نیاز پروژه تأمین شود و از سوی دیگر روابط حاکم بر اقتصاد ارتباطات کشور به گونه‌ای تنظیم شود که فرهنگ استفاده از شبکه فیبر نوری کشور ترویج شود. برای شناسایی چالش‌های توسعه فیبر نوری در ایران، نشست‌های متعددی با صاحب‌نظران و فعالان حوزه فیبر نوری برگزار شد. همچنین عملکرد دولت و ساز و کار استفاده از منابع دولتی برای توسعه فیبر نوری مورد بررسی قرار گرفت حاصل نشست‌ها و بررسی‌های توسعه فیبر نوری در ایران، استخراج چالش‌های این حوزه است که به اختصار شرح داده می‌شود.

۱. ب. مانده حساب توسعه شبکه تار (فیبر) نوری موضوع بند «س» تبصره «۷» قانون بودجه سال ۱۴۰۲ کل کشور پس از تأسیس صندوق توسعه تار (فیبر) نوری به حساب صندوق انتقال می‌یابد. مبالغ کمک پرداختی به کارور (اپراتور)‌های ارتباطی از محل منابع این صندوق معاف از مالیات است. وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات مکلف است گزارش تفصیلی عملکرد این بند، از جمله میزان منابع و مصارف و تعداد اماکن تحت پوشش و متصل از طریق تار (فیبر) نوری، را هر سه ماه یکبار به کمیسیون‌های برنامه و بودجه و محاسبات و صنایع و معادن و معاونت نظارت مجلس شورای اسلامی ارسال نماید.

پ. به منظور تسریع و تسهیل سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در توسعه شبکه تار (فیبر) نوری کشور، شهرداری‌های سراسر کشور و وزارت راه و شهرسازی مکلف هستند مجوز حفاری و نصب تجهیزات در معابر شهری و معابر خارج از شهر را حداکثر پانزده روز پس از دریافت تقاضای کارور (اپراتور) معرفی شده از سوی وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و با رعایت شرایط و ضوابط و تعرفه‌های مصوب کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات ارائه نمایند.



۸-۱. بی توجهی به زیرساخت‌های موجود مخابرات ایران

اجرای پروژه فیبر نوری در کشور بیشتر از طریق اپراتورها و بازیگران جدید ارتباطات ثابت در حال انجام است. شرکت مخابرات ایران به عنوان بزرگ‌ترین اپراتور در ارتباطات ثابت کشور، دیرتر از رقبای جدید وارد عرصه توسعه شبکه فیبر نوری شده است. نبود اتصال شبکه موجود شرکت مخابرات ایران و شبکه در حال توسعه سایر اپراتورها باعث می‌شود در مناطق و محله‌هایی، که شبکه مخابرات قبلاً گسترش پیدا کرده است، مجدداً شبکه فیبر نوری توسعه یابد و این امر باعث موازی کاری و اتلاف منابع می‌شود.

۸-۲. هزینه‌های بالای توسعه شبکه فیبر نوری تا اماکن

فیبر کشی به اماکن و منازل (FTTH) نیازمند سرمایه‌گذاری سنگین در توسعه زیرساخت‌ها مانند حفاری، داکت‌گذاری، کابل‌کشی، نصب تجهیزات پیشرفته و تغییر مودم‌های کاربران است. این هزینه‌ها، به‌ویژه در مناطق کم‌جمعیت و روستایی، به‌علت پراکندگی جغرافیایی و پایین بودن تراکم جمعیت، به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. به همین علت، اپراتورها و سرمایه‌گذاران در این حوزه با ریسک بازگشت سرمایه مواجه می‌شوند. علاوه بر این، تجهیزات جانبی نظیر مودم‌های سازگار با فیبر نوری نیز برای کاربران هزینه‌بر است که این موضوع امکان دارد مانعی برای گسترش خدمات باشد.

۸-۳. محدودیت تقاضا برای اتصال و استفاده از خدمات اینترنت پرسرعت فیبر نوری

نبود محتوای کافی، که نیاز به پهنای باند بالا داشته باشد، از دیگر عوامل کاهش‌دهنده تقاضا برای این فناوری است. در حال حاضر، بسیاری از کاربران نیازی به سرعت‌های بسیار بالا احساس نمی‌کنند؛ زیرا محتوا و خدماتی که بتواند از این ظرفیت استفاده کند، به‌اندازه کافی در دسترس نیست. این موضوع باعث می‌شود انگیزه کاربران برای پرداخت هزینه‌های بیشتر برای استفاده از خدمات فیبر نوری کاهش یابد. در نتیجه، اپراتورها با چالش جذب مشترکین جدید و ایجاد بازار پایدار برای این فناوری مواجه‌اند.

۸-۴. ضعف در نظارت پروژه فیبر نوری

یکی از چالش‌های جدی در پروژه‌های توسعه فیبر نوری در ایران، ضعف در نظارت بر اجرای این پروژه‌هاست. نظارت دقیق و میدانی بر کیفیت و کمیت توسعه شبکه فیبر نوری و وظیفه مهم وزارت ارتباطات است؛ اما شواهد نشان می‌دهد که این نظارت به‌درستی انجام نمی‌شود. گسترده‌گی پروژه‌ها و حجم بالای کمک‌های مالی دولت به بخش خصوصی برای اجرای این پروژه‌ها، اهمیت نظارت دقیق را دوچندان کرده است. نبود فرایندهای نظارتی مناسب، ممکن است به تحقق نیافتن اهداف کیفی و کمی تعیین شده در برنامه‌های ملی بینجامد.

۸-۵. استاندارد ضعیف فیبر گذاری و آسیب‌پذیری شبکه

از سوی دیگر، کاهش استانداردهای اجرایی در پروژه‌های جدید نیز نگرانی‌های مهمی ایجاد کرده است. در گذشته، شبکه مخابرات ثابت کشور با استانداردهای سخت‌گیرانه‌تری توسعه داده می‌شد؛ برای مثال، کابل‌کشی‌های زیرزمینی با حفاری‌های عمیق‌تر انجام می‌شد که پایداری شبکه را در برابر بلایای طبیعی و اقدامات خرابکارانه تضمین می‌کرد؛ اما در پروژه‌های اخیر فیبر نوری، استانداردهای گذشته رعایت نمی‌شوند و کابل‌ها نزدیک به سطح زمین قرار می‌گیرند. این امر شبکه را در برابر تهدیدهای احتمالی بسیار آسیب‌پذیر و نگرانی‌های مربوط به پدافند غیرعامل را تشدید کرده است.

۸-۶. ابهام در همکاری دستگاه‌های اجرایی با کاروران توسعه‌دهنده شبکه فیبر نوری

بند «پ» ماده (۶۵) قانون برنامه هفتم پیشرفت تحت احکام قانونی سعی دارد مشکلات ناشی از همکاری نکردن دستگاه‌های اجرایی را به‌ویژه در پروژه‌های زیرساختی بزرگ مانند توسعه فیبر نوری برطرف کند. اما وجود ابهام در احکام، اجرا و نحوه تعرفه‌گذاری استفاده از امکانات دستگاه‌های اجرایی باعث شده است که مشکلات توسعه فیبر نوری تداوم داشته باشد. هر دستگاه اجرایی مسئولیت‌هایی دارد؛ اما وقتی این مسئولیت‌ها به‌درستی هماهنگ نمی‌شود، تمام فرایندها به‌صورت موازی و بدون توجه به تسهیل مسیر اجرا می‌شوند. این مسئله باعث می‌شود که بخش‌های مختلف پروژه فیبر نوری، مانند ساخت و نصب تجهیزات، اجرای حفاری‌ها و تأمین زیرساخت‌های عمومی، دچار تأخیرهای طولانی شود. در نتیجه، نه فقط اهداف پروژه‌های توسعه‌ای محقق نمی‌شود، بلکه با تحمیل هزینه‌های اضافی به دولت و بخش خصوصی، باعث می‌شود توجیه اقتصادی پروژه‌ها کاهش یابد.

۷-۸. مشکلات ناشی از محدودیت شماره گذاری خطوط ارتباطات

اپراتورهای تازه وارد برای ارائه خدمات خود با چالش‌هایی مواجه‌اند. استفاده از شماره‌های جدید و نداشتن دسترسی به زیرساخت‌های اصلی، مانعی برای رقابت آنها در بازار شده است. یکی از مشکلاتی که اپراتورهای جدید فیبر نوری کشور برای ارائه خدمات ارتباطی به مردم با آن مواجه‌اند، این است که انواع شماره‌های رایج ارتباطات ثابت کشور به طور کامل در اختیار شرکت مخابرات ایران است. اپراتورهای جدید نمی‌توانند بدون همکاری و مشارکت شرکت مخابرات ایران از این شماره‌ها استفاده کنند. اپراتورهای جدید مجبورند شماره‌های متفاوت تری را برای ارائه خدمات ارتباطی به مردم به کار گیرند که ممکن است مردم از آنها استقبال نکنند.

۹-۸. چالش در مدیریت منابع مالی

یکی از چالش‌های کلیدی در توسعه فیبر نوری مدیریت منابع مالی است. این چالش به علت ترکیب سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی و استفاده از منابع دولتی پیچیده‌تر شده است. با توجه به ورود سرمایه‌گذاران خصوصی و تأمین بخشی از منابع از طریق صندوق توسعه فیبر نوری و مشوق‌های مالیاتی دولت، شفافیت در نحوه تخصیص و مدیریت منابع امری حیاتی است. نبود سازوکار شفاف و جامع مالی می‌تواند منجر به سوءاستفاده از منابع، ایجاد انحصار در بازار و حتی عدم بهره‌وری کافی از سرمایه‌گذاری‌ها شود. به عنوان مثال، در بسیاری از موارد، اپراتورهای بزرگ‌تر ممکن است با استفاده از ظرفیت‌های مالی و مدیریتی خود، سهم بیشتری از بازار را تصاحب کنند و مانع ورود بازیگران کوچک‌تر شوند که این مسئله رقابت سالم را در بازار تهدید می‌کند.

۱۰-۸. عدم شفافیت کافی در رابطه مالی دولت و بخش خصوصی

علاوه بر این، دولت در این پروژه نقش چندگانه‌ای را ایفا می‌کند. از طرفی، دولت مالکیت شبکه فیبر نوری را به اپراتورهای خصوصی واگذار کرده است و از سوی دیگر، سود حاصل از بهره‌برداری در آینده نیز به همین اپراتورها تعلق می‌گیرد. این مسئله ضرورت تدوین چارچوب مالی دقیقی را برجسته می‌کند که تضمین‌کننده منافع عمومی و جلوگیری از انحصار باشد. شفاف‌سازی در مدیریت منابع صندوق توسعه فیبر نوری، تعیین سهم دقیق هر یک از بازیگران و ارائه گزارش‌های عمومی و دوره‌ای از نحوه تخصیص منابع، می‌تواند به کاهش این مشکلات کمک کند.

۱۱-۸. نداشتن توجه کافی به ایجاد شکاف دیجیتالی جدید با توسعه نامتوازن شبکه فیبر نوری

قوانین کشور متمرکز بر پوشش و امکان اتصال به شبکه فیبر نوری متمرکز است و منابع مالی نیز برای رسیدن به این هدف اختصاص داده خواهد شد. اما الگوی توسعه فیبر نوری در کلان‌شهرها و شهرهای متوسط و کوچک و روستاها و همچنین مناطق کمتر برخوردار و بیشتر برخوردار یکنواخت بوده است.

۹. جمع‌بندی و پیشنهادها برای توسعه فیبر نوری در ایران

توسعه فیبر نوری در ایران با چالش‌های متعددی مواجه است که شامل مشکلات مالی، نظارت ناکافی، ناهماهنگی در لایه‌های شبکه، محدودیت تقاضا و همکاری نکردن دستگاه‌های اجرایی می‌شود. این چالش‌ها نه فقط سرعت توسعه شبکه را کاهش داده، بلکه موجب افزایش هزینه‌ها و کاهش بازدهی سرمایه‌گذاری‌ها شده است. تجربه کشورهای پیشرفته مانند اتحادیه اروپا، کره جنوبی و ژاپن نشان داده است که برای غلبه بر این موانع، وجود چارچوب سیاستی جامع و شفاف، هماهنگی میان بخش‌های مختلف شبکه و نظارت مؤثر ضروری است.

برای شناسایی راهکارهایی در جهت رفع این چالش‌ها، از نتایج برگزاری جلسات متعدد با خبرگان و مدل‌های مورد استفاده در کشورهای مورد بررسی در این گزارش، استفاده شده است. سعی شده است که راهکارهای ارائه شده متناسب با چالش‌ها و وضعیت اجرایی توسعه فیبر نوری باشد خلاصه‌ای از این راهکارها در ادامه تبیین می‌شود.



۹-۱. شفافیت در مدیریت منابع مالی

- ایجاد سیستم حسابرسی مستقل و دیجیتال برای نظارت بر نحوه تخصیص منابع صندوق توسعه فیبر نوری.
- الزام اپراتورها به ارائه گزارش‌های شفاف از هزینه‌کرد منابع و بازدهی پروژه‌ها.

۹-۲. تقویت نظارت بر پروژه‌ها

- استفاده از فناوری‌های دیجیتال سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)^۱ برای بهینه‌سازی در طراحی‌ها و نظارت در پایش پیشرفت پروژه‌ها.
- تشکیل تیم‌های مستقل نظارت میدانی برای ارزیابی کیفیت و کمیت اجرای پروژه‌ها.
- تعیین استانداردهای مناسب برای توسعه شبکه و اجرای آنها در تمام مراحل پروژه.

۹-۳. هماهنگی در توسعه لایه‌های مختلف شبکه

- تدوین برنامه جامع ملی برای توسعه هماهنگ لایه‌های دسترسی، تجمیع و هسته شبکه.
- ارائه مشوق‌های مالی به اپراتورها برای سرمایه‌گذاری در لایه‌های بالادستی.
- استفاده از فناوری‌های پیشرفته، مانند XGS-PON برای افزایش ظرفیت و کارایی شبکه.

۹-۴. افزایش تقاضا از طریق تولید محتوا و آموزش

- اجرای پویش‌های اطلاع‌رسانی برای آگاهی‌بخشی به مردم درباره مزایای فیبر نوری و کاهش هزینه‌های اشتراک.
- همکاری با نهادهای آموزشی برای افزایش مهارت‌های دیجیتال کاربران.

۹-۵. رفع موانع همکاری میان دستگاه‌های اجرایی

- ایجاد نهاد هماهنگ‌کننده میان وزارت ارتباطات و سایر دستگاه‌های اجرایی برای تسهیل در صدور مجوزها و اجرای پروژه‌ها.
- استفاده از سیاست جامع که اجرای توسعه زیرساخت فیبر نوری در یک بستر انجام شود.

۹-۶. واقع‌گرایی در اهداف کمی و کیفی

- با توجه به اهداف تعیین‌شده در قانون برنامه هفتم توسعه و سایر اسناد مرتبط و در نظر گرفتن واقعیت‌های اجرایی پروژه توسعه فیبر نوری، ضروری است که وزارت ارتباطات در روند طراحی و اجرای پروژه بازنگری داشته باشد.
- تمرکز بر افزایش کیفیت خدمات موجود به جای صرفاً گسترش پوشش شبکه.

۹-۷. تقویت رقابت و کاهش انحصار

- تعریف چارچوب‌های قانونی برای جلوگیری از انحصار اپراتورها در بازار خدمات ارتباطی.
- تسهیل ورود اپراتورهای جدید به بازار از طریق کاهش هزینه‌های ورود و ارائه مشوق‌های حمایتی.

- [1] Leskovar, B.)1992(. Recent Advances in Fiber Optics Components for High Speed Data Transmission. in Laser in der Technik / Laser in Engineering. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- [2] Krzysztof, B., (2017). FTTx Access Networks: Technical Developments and Standardization, in Broadband Communications Networks, H. Abdelfatteh and A. Abdelhak, Editors., IntechOpen: Rijeka. p. Ch. 14.
- [3] Alliance, F.C.G., (2015). FTTH Council - Definition of Terms.
- [4] Available from: <https://datareportal.com/reports/digital-2024-april-global-statshot>.
- [5] Individuals using the Internet Available from: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>.
- [6] International Telecommunication, U., (2023). Global ICT Development Index.
- [7] Ookla, (2023). Speedtest Global Index.
- [8] Oecd, (2022).Broadband Portal: Coverage data for FTTx and broadband technologies.
- [9] e-Japan Priority Policy Program. IT Policy; Available from: <https://japan.kantei.go.jp/it/network/priority-all/index.html>.
- [10] <https://gdx-times.com/?p=1428>.
- [11] <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics-update.htm>.
- [12] History of the Deployment Policy of Fiber Optics in Japan and Future plan by MIC. Fiber Network Council APAC Secretariat.
- [13] <https://www.eff.org/deeplinks/2020/02/why-south-korea-global-broadband-leader>.
- [14] <https://www.eff.org/document/south-korea-telecommunications-memo>.
- [15] <http://newsworld.co.kr/detail.htm?no=436,%20>.
- [16] Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales. p. 74.
- [17] Report on the State of the Digital Decade 2024)Annex - Short Country Report 2024. p. 6.
- [18][https://techblog.comsoc.org/2020/12/02/spains-plan-to-bring-ftth-and-5g-to-its-entire-population./](https://techblog.comsoc.org/2020/12/02/spains-plan-to-bring-ftth-and-5g-to-its-entire-population/)
- [19] Calzada, J., (2018). et al., Fiber deployment in Spain. Journal of Regulatory Economics, 53(3): p. 256-274.
- [20] Adam Clark, C.B., (2023). Gigabit broadband in the UK: Government targets, policy, and funding. p. 55.
- [21] Tiemann, J. (2024). Germany Index of Digitalisation: Development of broadband expansion 2024. Available from: <https://www.oeffentliche-it.de/-/d-index-2024-infrastruktur>.
- [22] Sorenson, W., (2016). Countermeasures for Wrong Way Driving on Freeways.
- [۲۳] رفوگر، حسین و همکاران، (۱۳۹۰). بررسی طرح اتصال فیبر نوری به منازل، مرکز پژوهش‌های مجلس. شماره مسلسل ۱۰۸۳۱.
- [۲۴] جلالی فراهانی امیر حسین و پوراسماعیل، حسن (۱۳۹۲). دستاوردها و پیامدهای واگذاری پروانه فعالیت اپراتور چهارم مخابراتی کشور، مرکز پژوهش‌های مجلس. شماره مسلسل ۱۳۲۰۲.
- [۲۵] سامانه طرح ملی فیبر نوری منازل و کسب و کارها. Available from: <https://www.iranfttx.ir>.

گزیده سیاستی

با توجه به هدفگذاری دولت و جایگاه حیاتی توسعه فیبر نوری در پیشرفت ارتباطات کشور، نظارت دقیق، شفافسازی مالی و هماهنگی مؤثر در اجرا، گامهای اساسی برای تحقق اهداف ملی و اجرایی بهره‌ور توسعه شبکه فیبر نوری محسوب می‌شوند.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc.majles.ir