

توسعه اینترنت آینده درس آموخته‌هایی از پیشروان جهانی و راهکارهای پیشنهادی برای ایران

حسن یگانه*^۱، اعظم سادات مرتضوی کهنگی^۱، آنتا هادیزاده^۱

چکیده

همزمان با تغییرات فناورانه و رشد روزافزون تعداد کاربران شبکه‌های ارتباطی و اطلاعاتی، تنوع خدمات قابل ارائه و میزان تقاضای خدمات در این شبکه‌ها افزایش یافته است. این رشد به گونه‌ای بوده که شبکه‌های فعلی با چالش‌های فنی، امنیتی و عملکردی مواجه شده‌اند. از این رو با توجه به ضرورت گذر به سمت اینترنت آینده، تحقیقات در این خصوص در کشورها آغاز شد. هدف از این پژوهش نیز بررسی و تحلیل برنامه‌ها و اقدامات کشورهای پیشرو در توسعه اینترنت آینده بوده و با بررسی پتانسیل اینترنت آینده در پاسخگویی به چالش‌های فعلی، به دیدگاه کشورهای آمریکا، چین، کره جنوبی و همچنین اتحادیه اروپا را در زمینه اینترنت آینده پرداخته است. در ادامه، با توجه به مطالعات انجام شده، پیشنهادهایی برای توسعه اینترنت آینده در ایران نیز ارائه شده است. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد که محدودیت‌های معماری اینترنت، امنیتی و همچنین مقیاس‌پذیری آن بر عملکرد و کیفیت ارائه خدمات تأثیر داشته است و کشورها در این راستا با محوریت منافع عمومی و کاربران، چشم‌انداز، سیاست‌ها و اقداماتی را تدوین کرده‌اند. لذا می‌توان گفت، برای داشتن زیربنای مناسب در مسیر دیجیتال‌سازی، موضوع اینترنت آینده و ابعاد آن باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اینترنت آینده، نسل‌های اینترنت، چالش‌های اینترنت، راهکارها

* عهده‌دار مکاتبات: استادیار، تلفن/نمابر: ۰۲۱۸۴۹۷۷۷۶۰، آدرس الکترونیکی: yeganeh@itrc.ac.ir

^۱ گروه مطالعات تنظیم‌گری و سازماندهی فاوا، مرکز مطالعات راهبردی و توسعه اقتصاد دیجیتال، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات

مقدمه

نوآوری‌های اساسی برای اینترنت نسل‌های بعدی تشریح کرد [۳]. بسیاری از کشورها و سازمان‌ها انواع معماری‌های شبکه جدید مانند شبکه تعریف شده نرم‌افزاری (SDN)^۱، شبکه محتوا محور (CCN)^۲ و معماری اینترنت (XIA)^۳ را برای ارائه نوآوری‌های شبکه پیشرفته و فناوری‌های پیشنهادی مانند مجازی‌سازی عملکرد شبکه (NFV)^۴ و محاسبات لبه برای پشتیبانی از نیازهای سفرهای پیشنهاد کرده‌اند. برخی از این فناوری‌ها قبلاً در مراکز داده گوگل، آمازون، مایکروسافت و غیره و در شرکت‌های مخابراتی مانند China Mobile، China Unicom، AT&T و Telecom استفاده شده است. اینترنت آینده به‌عنوان معماری جایگزین اینترنت در طراحی محیط‌های هوشمند یا شهرهای هوشمند مطرح می‌شود و همچنین به‌عنوان «هر شبکه اینترنت‌مانندی که می‌تواند در آینده ظهور کند» و یا معماری‌ها و پروتکل‌های جدید برای post-IP Internet stacks تعریف می‌شود [۴].

۲- ضرورت گذر به اینترنت آینده

گذر زمان و تغییر در نیازهای کاربران، موجب درک محدودیت‌های بستر اینترنت موجود و نیاز به نسل‌های بعدی اینترنت شده است. شکل ۱ مروری بر نسل‌های اینترنت، محدودیت‌ها، ویژگی‌ها و مزایای آن را نشان می‌دهد.

در چند دهه گذشته شاهد توسعه سریع خدمات بر بستر اینترنت بوده‌ایم که بر امور اجتماعی، اقتصادی و سیاسی ناشی از تحولات شبکه‌های اجتماعی مجازی در آینده اثرگذار است [۵]. تقاضای جدید این سرویس‌ها که اهداف طراحی اینترنت آینده نیز هستند، شامل موارد ذیل می‌باشد [۱]:

- افزایش عملکرد: تأخیر و پهنای باند مهم‌ترین معیارهای عملکرد شبکه‌ها هستند. خدمات آنلاین از جمله جستجوی وب و شبکه‌های اجتماعی به تأخیر شبکه بسیار حساس است. بنابراین، چگونگی کاهش تأخیر و افزایش پهنای باند به نیازهای اساسی اینترنت آینده تبدیل شده است.

امروزه، برنامه‌های کاربردی تلفن همراه مانند شبکه‌های اجتماعی، بازی و واقعیت افزوده باعث رشد سریع ترافیک شبکه شده‌اند. استراتژی‌ها و برنامه‌های جدید مانند اینترنت پلاس چین ۲۰۲۵، و انقلاب صنعتی ۴.۰ به ادغام اینترنت در اقتصاد نیاز دارند که تقاضاها و چالش‌های فناوری‌های شبکه را افزایش می‌دهد. برای توسعه شبکه، دو دلیل اصلی وجود دارد؛ از یک طرف، هیچ پیشرفتی در معماری فعلی اینترنت از دهه ۱۹۷۰ صورت نگرفته است، و مقیاس‌پذیری و انعطاف‌پذیری شبکه‌ها با مدل پروتکل اینترنت (IP) محدود شده است. از سوی دیگر، از آنجایی که تجهیزات سنتی قابل‌برنامه‌ریزی نیستند و به‌سختی ارتقا می‌یابند. بنابراین، تحقیق در مورد اینترنت آینده به موضوع تحقیقاتی مهمی در سراسر جهان تبدیل شده است [۱]. تحقیقات اینترنت آینده با دهه‌ها طرح ابتکاری شامل طرح بنیاد ملی علوم در ایالات متحده، برنامه شبکه نسل جدید در ژاپن و برنامه چارچوب هفتم در اتحادیه اروپا آغاز شد [۲]. هدف اصلی از ایجاد اینترنت نسل‌های آتی، غیرمتمرکز کردن اینترنت و همگانی شدن آن است، به گونه‌ای که عموم مردم جهان بتوانند از آن استفاده کنند، ولی مدیریت و کنترل آن در دست نهاد یا افراد خاصی متمرکز نباشد و نگاه باز به ارزش‌های اجتماعی و اخلاقی جهان داشته و به‌دنبال ارائه خدمات بهتر، هوش و تعامل بیشتر باشد. در واقع موتور محرکه برای فعالیت‌های اجتماعی-اقتصادی در سراسر جهان است که فرصت‌های نامحدودی برای دسترسی به اطلاعات و سرگرمی‌ها، تعامل و افزایش تراکنش‌های روزانه ایجاد می‌کند [۲]. این تحقیق نیز در پی واکاوی اینترنت آینده و بررسی آن در کشورهای پیشرو می‌باشد که افق روشنی را برای مسیر تحقیقات آتی و همچنین اقدامات کاربردی لازم به‌منظور توسعه آن در اختیار محققین و دست‌اندرکاران قرار دهد.

۱- مفهوم اینترنت آینده

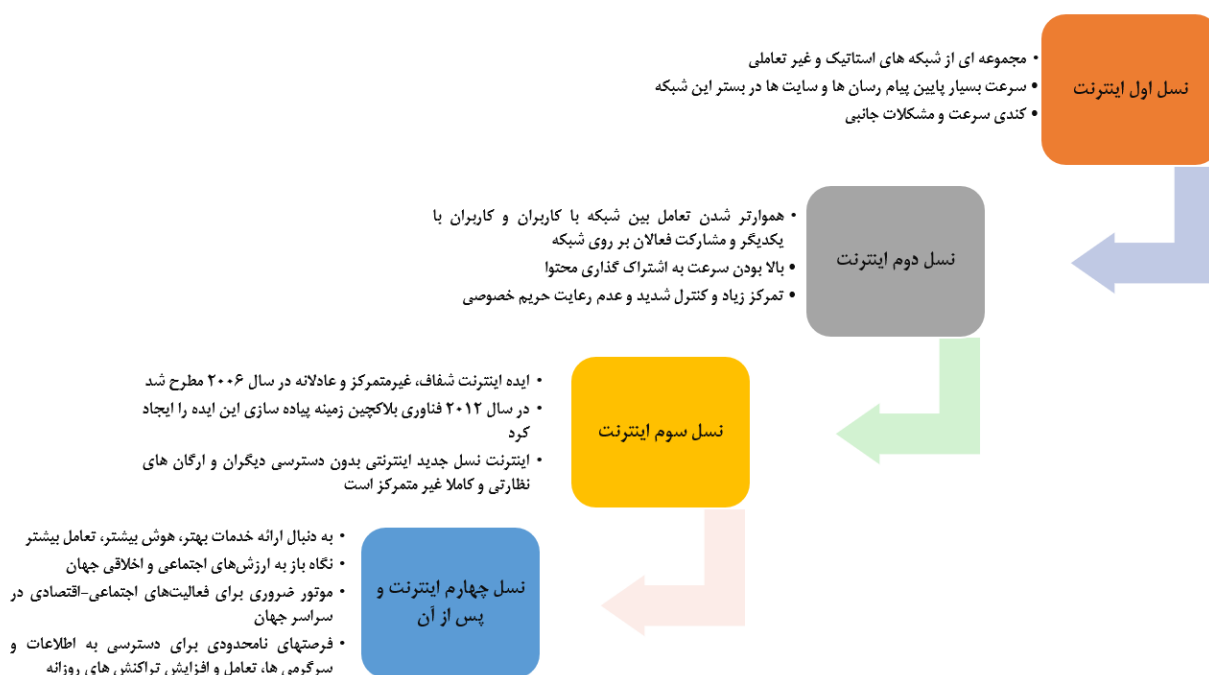
اینترنت آینده را می‌توان به‌عنوان طرح‌های جدید معماری با

1 Software defined network (SDN)

2 content-centric network (CCN)

3 expressive Internet architecture (XIA)

4 network function virtualization (NFV)



شکل ۱- مروری بر نسل‌های اینترنت

▪ تقاضای سفارشی: در سال‌های اخیر، تعداد برنامه‌های کاربردی OTT^۱ از جمله تلویزیون، تماس صوتی و پیام‌رسانی افزایش یافته است. برنامه‌های OTT مختلف نیازمندی‌ها و تقاضاهای متفاوتی برای شبکه دارند، ارائه‌دهنده مخابرات می‌تواند خدمات متفاوتی را برای استفاده مؤثرتر از منابع شبکه ارائه دهد. ارائه‌دهندگان خدمات تلاش کرده‌اند زیرساخت‌های شبکه‌ای خود را بسازند تا با انعطاف‌پذیری بیشتری از منابع شبکه برای رفع نیازهای تجاری خود استفاده کنند [۸]. بنابراین، لازم است تقاضاهای سفارشی برآورده و خدمات شبکه با کیفیت بالا ارائه گردد.

▪ امنیت، حریم خصوصی و اعتماد: امنیت شبکه، حریم خصوصی و اعتماد در سال‌های اخیر با افزایش ترافیک داده در شبکه مورد توجه زیادی قرار گرفته است. از آنجایی که اینترنت اشیا، شبکه تعریف‌شده نرم‌افزاری و مجازی‌سازی عملکرد شبکه به موضوعاتی در اینترنت آینده تبدیل شده‌اند، مسائل امنیتی و حریم خصوصی با چالش بزرگ‌تری روبه‌روست و انعطاف‌پذیری شبکه

▪ سطح داده قابل‌برنامه‌ریزی: شبکه سنتی بر اساس یک الگوی توزیع‌شده طراحی شده است و بیشتر تجهیزات سخت‌افزاری، اختصاصی بوده و قابل‌برنامه‌ریزی نیستند. این منجر به داده انعطاف‌ناپذیر می‌شود. به دلیل فقدان قابلیت برنامه‌ریزی گره‌های شبکه، مانند سوئیچ‌ها و روترها، راهکار عملیاتی چندانی برای آزمایش پروتکل‌های شبکه جدید وجود ندارد [۶]. از این رو، برای پشتیبانی از سطح داده انعطاف‌پذیر، نوآوری در معماری شبکه و تجهیزات شبکه قابل‌برنامه‌ریزی ضروری است.

▪ مدیریت انعطاف‌پذیر: شبکه‌های سنتی برای ارائه خدمات متنوع شبکه به تجهیزات شبکه متکی هستند. این امر سربار زیادی را برای مدیریت شبکه ایجاد می‌کند. ارتقای نرم‌افزار و عملکرد این دستگاه‌ها نیز بسیار دشوار است [۷] و کنترل‌کننده متمرکزی نیز وجود ندارد. بنابراین، ارائه سرویس جدید به مشتری زمان‌بر است و با افزایش تعداد خدمات، مدیریت این خدمات مشکل بزرگی خواهد بود. بنابراین، معماری مدیریتی منعطفی لازم است تا سربار مدیریت را کاهش دهد.

¹ Data plane

² Over The Top Applications

۱- معماری‌های اینترنت آینده و فناوری‌های شبکه
۲- دسترسی رادیویی کارآمد طیف به شبکه‌های آینده
۳- زیرساخت‌های همگرا در حمایت از شبکه‌های آینده

کمیسیون اروپا، سند چشم‌انداز اینترنت آینده را تدوین کرده که هدف آن رشد اقتصادی و افزایش اشتغال و ایجاد فرصتی برای تسریع گذر دیجیتال و سبز (دوستدار محیط‌زیست) است. این سند، چشم‌انداز و چارچوب مأموریت بلندپروازانه اروپا را برای ایجاد اینترنت دموکراتیک، انعطاف‌پذیر، پایدار، قابل اعتماد و فراگیر تا سال ۲۰۳۰ ارائه نموده و اهداف نسل بعدی اینترنت را در مأموریتی واحد و یکپارچه قرار می‌دهد. اتخاذ رویکرد مبتنی بر مأموریت، باعث ایجاد دیدگاهی جامع در سیاست‌گذاران و بخش دولتی شده و در این راستا ذینفعان^۱ اکوسیستم فناوری اروپا برای تغییرات لازم، اقدام کرده‌اند [۱۱، ۱۲]. این سند بر پنج رکن کلیدی متمرکز است:

۱. دموکراسی: هم‌سطح کردن زمین بازی در اقتصاد دیجیتال
 ۲. انعطاف‌پذیری: اینترنت انسان‌محور انعطاف‌پذیر
 ۳. پایداری: کمینگی ردپای محیطی انسان و پیش‌روی اقتصاد چرخه‌ای^۲ برای دستگاه‌های دیجیتال
 ۴. اعتماد: اعتماد به اینترنت از خواندن مقاله در رسانه‌های اجتماعی گرفته تا پرداخت آنلاین
 ۵. شمول: اینترنت قابل دسترسی برای همگان و ایمن
- چالش‌هایی که اینترنت آینده پاسخگوی آن خواهد بود بر اساس محورهای سند کمیسیون اروپا به شرح جدول ۱ ارائه می‌شود.
- از جمله راهکارهای اخیر، پیشنهاد اتحادیه اروپا برای مشارکت ذینفعان دیجیتال بزرگ در کاهش هزینه‌های استقرار شبکه می‌باشد [۱۳]. به‌طور کلی، از اقدامات اروپا برای رفع محدودیت‌ها و چالش‌های فعلی ارائه بیانیه اینترنت آینده به‌صورت مشترک با سایر کشورها بوده که اصول اینترنت آینده را تدوین می‌نماید.

را در معرض خطر بیشتری قرار می‌دهد. از این‌رو، اینترنت آینده باید با تهدیدات جدید مقابله کند و امنیت داده‌ها را تضمین نماید.

■ ایجاد فناوری‌های نوظهور: دنیای جدید دیجیتالی، دنیای به‌دست آوردن اطلاعات جدید، با انواع پلتفرم‌های مبتنی بر فناوری است. هوش مصنوعی به‌عنوان رویکردی نوظهور در فناوری اطلاعات و ارتباطات، تأثیرات عمیقی بر حوزه‌های گوناگون دارد و جایگاهی ویژه در آینده به‌خود تخصیص می‌دهد. از جمله تغییراتی که در آینده اینترنت می‌توان پیش‌بینی نمود، حضور اثرگذار آواتارها در تحولات اجتماعی است که در متاورس‌ها، جهان‌های مجازی سه بعدی، افراد از طریق آواتارها با یکدیگر و با عوامل نرم‌افزاری با استفاده از استعاره از دنیای واقعی اما بدون محدودیت‌های فیزیکی آن تعامل دارند و هویت حقوقی جدیدی ایجاد می‌کنند [۹].

۳- اینترنت آینده از دیدگاه اتحادیه اروپا

هسته اصلی تحقیق اینترنت آینده در اروپا در مورد شبکه‌های ارتباطی به‌سمت اینترنت کارآمد، مقیاس‌پذیر و قابل اعتماد آینده همراه با تحقیق در مورد فناوری‌های اصلی، به‌ویژه دسترسی موبایل و بی‌سیم و شبکه‌های نوری است. اینترنت آینده در برنامه کاری اتحادیه اروپا به موضوعی اصلی تبدیل شده و تمرکز بر آن به‌دلیل برخی از محدودیت‌های فنی اینترنت فعلی بوده که ضرورت تحقیق بر اینترنت آینده را در اروپا موجب گردید [۱۰] و در ادامه به آنها اشاره می‌شود.

- ۱- محدودیت معماری اینترنت
- ۲- پشتیبانی محدود از پایانه‌های تلفن همراه و بی‌سیم
- ۳- فقدان امنیت داخلی
- ۴- موضوع مقیاس‌پذیری
- ۵- چالش‌های عملکرد و کیفیت خدمات

۳-۱- چشم‌انداز اینترنت آینده و برنامه‌ها و اقدامات اروپا

هدف پروژه‌های اینترنت آینده اروپا در سه محور اصلی زیر، ساختار یافته‌اند:

¹ stakeholder

² circular economy

جدول ۱- چالش‌های شناسایی شده در همه لایه‌ها براساس مدل کمیسیون اروپا [۱۳]

شمول	اعتماد	پایداری	انعطاف پذیری	دموکراسی	لایه
<ul style="list-style-type: none"> عدم دسترسی به پهنای باند مقرون به صرفه شکاف دیجیتال شهری/روستایی موانع اجتماعی-اقتصادی 	<ul style="list-style-type: none"> تنش‌های ژئوپلیتیکی وابستگی‌های زنجیره تأمین استراق سمع و شنود ارتباطات 	<ul style="list-style-type: none"> سخت‌افزار ردپای محیطی عدم قابلیت بازیافت و حق تعمیر وابستگی مسیر و قفل شدن 	<ul style="list-style-type: none"> آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها در برابر حملات سایبری و شوک‌های اقلیمی مسابقه تسلیحاتی بر سر منابع ضعف مدیریت فضای مجازی 	<ul style="list-style-type: none"> خصوصی‌سازی زیرساخت‌ها حذف حق اتصال و مدل‌های مالکیت محدود تمرکز بازار در زنجیره تأمین 	لایه زیرساخت فیزیکی و سخت‌افزار
<ul style="list-style-type: none"> موانع ورود برای مشارکت در فرآیندهای حکمرانی عدم بازنمایی صداهای متنوع 	<ul style="list-style-type: none"> گسست^۱ و شکاف در حال ظهور شکست فرآیندهای حکمرانی 	<ul style="list-style-type: none"> عدم تمرکز بر اهداف پایداری در فرآیند تنظیم استاندارد 	<ul style="list-style-type: none"> حاکمیت محدود مسائل امنیت سایبری بررسی تعمیرات و بهبودهای حیاتی 	<ul style="list-style-type: none"> حاکمیت اینترنت تحت سلطه تعداد کمی از ذینفعان افزایش پیچیدگی و عدم شفافیت فرآیندهای حکمرانی 	لایه حاکمیت اینترنت و استانداردها و پروتکل‌ها
<ul style="list-style-type: none"> سوگیری در تصمیم‌گیری الگوریتمی حق انصراف و نمایندگی 	<ul style="list-style-type: none"> ابهام در فرآیندهای جمع‌آوری داده‌ها، عدم توجه بر رضایت و نقض حریم خصوصی شهروندان 	<ul style="list-style-type: none"> ردپای محیطی ذخیره و پردازش داده‌ها کمینه‌سازی داده‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> نقض داده‌ها و نقاط شکست فردی تجهیز دریاچه‌های داده بزرگ^۲ 	<ul style="list-style-type: none"> تمرکز قدرت روی داده‌ها سرمايه‌داری نظارتی و دولت‌های نظارتی 	لایه داده و انتقال
<ul style="list-style-type: none"> عدم تنوع در صنعت فناوری گروه‌های با حضور کم‌رنگ در توسعه فناوری 	<ul style="list-style-type: none"> عدم استحکام در فرآیندهای توسعه خزش نظارتی دولت 	<ul style="list-style-type: none"> گسترش دستگاه‌های هوشمند انرژی استفاده از بلاکچین و یادگیری ماشین 	<ul style="list-style-type: none"> دموکراتیک‌سازی منجر به توسعه راه‌حل‌های مضر 	<ul style="list-style-type: none"> دسترسی نابرابر به استعدادها توازن قدرت 	لایه توسعه فناوری و نرم‌افزار
<ul style="list-style-type: none"> عدم دسترسی و تنوع زبانی در برنامه‌ها و خدمات غیرفعال شدن خدمات 	<ul style="list-style-type: none"> مشکل هویت و عدم اعتماد در تعاملات آنلاین عدم شفافیت در مورد عملکرد برنامه‌های کاربردی 	<ul style="list-style-type: none"> رشد کاربردهای متمرکز بر انرژی از اینترنت 	<ul style="list-style-type: none"> گسست در رویکردهای تنظیم مقررات به دلیل محیط کنترل‌شده شکندگی مدل کسب و کار مبتنی بر فناوری تبلیغاتی^۴ 	<ul style="list-style-type: none"> محیط کنترل‌شده^۳ در اینترنت و وضع قوانین فصل کاربر و اثرات شبکه‌ای 	لایه برنامه‌های کاربردی
<ul style="list-style-type: none"> آزار و اذیت و سوءاستفاده آنلاین اینترنت چندزبانه و دسترسی به اطلاعات 	<ul style="list-style-type: none"> اطلاعات نادرست و اخبار جعلی ظهور جعل عمیق 	<ul style="list-style-type: none"> سرشار اطلاعات طراحی ناکارآمد و شیوه‌های بهینه‌سازی موتور جستجو^۵ 	<ul style="list-style-type: none"> شکندگی اکوسیستم رسانه آنلاین 	<ul style="list-style-type: none"> قدرت گیت‌کیپرهای پلتفرم و سایر واسطه‌ها سانسور آنلاین 	لایه اطلاعات
<ul style="list-style-type: none"> شکاف دیجیتال رو به رشد نابرابری‌هایی ناشی از عدم دسترسی 	<ul style="list-style-type: none"> رضایت معنادار و تجاوز به فضای عمومی^۶ پاسخگویی شهر هوشمند 	<ul style="list-style-type: none"> تشویق به مصرف‌گرایی ناپایدار عدم استفاده از فرصت‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> شکندگی اقتصاد به‌سختی حفظ شده جدایی از فضای فیزیکی 	<ul style="list-style-type: none"> قدرت اقتصاد دیجیتال بر مشاغل فیزیکی بی‌طرفی تقویت شده 	لایه تأثیر اجتماعی

1 Fragmentation

2 Big data lakes

3 walled garden: An environment that controls the user's access to network-based content and services

4 Adtech :Advertising technology

5 Search Engine Optimization (SEO)

6 Meaningful consent and encroachment on public space

۴- برنامه گذر به اینترنت آینده از سوی آمریکا

ایالات متحده به همراه شرکای بین‌المللی، بیانیه‌ای برای آینده اینترنت پیشنهاد کرده که چشم‌انداز و اصول اینترنت قابل‌اعتماد را بیان می‌کند. در این بیانیه از اینترنت باز، رایگان، جهانی، قابل‌همکاری، قابل‌اعتماد و امن، حمایت می‌شود و بر تعهد به حفاظت و احترام به حقوق بشر به صورت آنلاین و دیجیتال تأکید می‌شود. تاکنون، ۶۰ شریک، این بیانیه را تأیید کرده‌اند و انتظار می‌رود که کشورهای بیشتری نیز در آینده‌ای نه‌چندان دور از آن پیروی کنند. اینترنت باید به‌عنوان یک شبکه واحد و غیرمتمرکز از شبکه‌ها همراه با دسترسی جهانی و از طریق رویکرد چند ذی‌نفعی^۱ عمل کند. دولت‌ها و دانشگاهیان، جامعه مدنی، بخش خصوصی، جامعه فنی و دیگران در بهره‌برداری از این منافع با یکدیگر سهیم باشند. فناوری‌های دیجیتال متکی به اینترنت، زمانی بیشترین منفعت را به همراه خواهند داشت که به صورت باز، رایگان، جهانی، قابل‌همکاری، قابل‌اعتماد و امن عمل کنند و به تعهد خود به حفاظت و احترام به حقوق بشر به صورت آنلاین و دیجیتال عمل نمایند.

هدف این است که کشورهای عضو برای دستیابی به هدف اتصال انسان‌ها با هم همکاری نمایند و اصول بیانیه را به سیاست‌ها و اقدامات مشخص تبدیل کنند و درعین‌حال به استقلال نظارتی خود، احترام بگذارند. کشورهای عضو این اصول را در سطح جهانی و چندجانبه ترویج می‌نمایند [۱۴]. در بیانیه اینترنت آینده راهکارهای زیر مورد نظر می‌باشد [۱۵]:

۱. حمایت، احترام و ارتقای حقوق بشر و آزادی‌های اساسی و رفاه همه افراد
۲. اتصال همگانی و مقرون‌به‌صرفه به اینترنت مستقل از مکان و پیشبرد مهارت‌های دیجیتال
۳. رقابت و نوآوری کسب و کارها در هر اندازه، در محیطی منصفانه و رقابتی و پیشرفت بر اساس شایستگی‌ها و اعتماد افراد و کسب و کارها به ایمنی، محرمانگی فناوری‌های دیجیتالی و حفظ حریم خصوصی
۴. استفاده از فناوری‌ها برای ترویج کثرت‌گرایی، آزادی بیان، پایداری، رشد اقتصادی فراگیر و مبارزه با تغییرات ناسازگار آب‌وهوایی جهانی

به این ترتیب هدف این است که اصول کلیدی زیر در اینترنت آینده استقرار یابد:

- ترویج اصول در مجامع چندجانبه
 - تبدیل اصول به سیاست‌ها و اقدامات مشخص
 - همکاری برای ترویج چشم‌انداز در سطح جهانی
 - احترام به استقلال مقرراتی یکدیگر در حوزه قضایی خود و قوانین داخلی مربوطه
- در تحقق این اصول، این نکته حائز اهمیت است که تعهدات حقوقی بین‌المللی این اصول، از نظر قانونی، الزام‌آور نیستند، بلکه باید به‌عنوان مرجعی برای سیاست‌گذاران و همچنین شهروندان، مشاغل و سازمان‌های جامعه مدنی استفاده شوند. اصول اینترنت آینده ماهیت جهانی دارند. از این رو، فرآیندهای موجود در سیستم سازمان ملل متحد، G7، G20، سازمان توسعه و همکاری اقتصادی، سازمان تجارت جهانی و دیگر مجامع چندجانبه مربوطه، را شامل می‌شود.

۵- اهداف و اقدامات استراتژیک اینترنت آینده از

دیدگاه چین

سیاست‌گذاران چین ضمن تمرکز بر رقابت، بر تعریف اهداف و اقدامات استراتژیک در اینترنت آینده تأکید دارند و چهار اقدام استراتژیک را در اولویت خود قرار می‌دهند که عبارت است از:

۱. توسعه بخش اقتصاد دیجیتال، به‌عنوان تاکتیک انتخابی برای سوار شدن بر موج بعدی انقلاب فناوری و فرصت‌های حاصل از تحول صنعت
 ۲. استفاده از داده به‌عنوان موتور اصلی برای تعمیق توسعه اقتصاد دیجیتال
 ۳. ارائه خدمات دیجیتالی برای تحقق بهبود شیوه زندگی شهروندان
 ۴. تنظیم اقتصاد دیجیتال سالم و پایدار برای توسعه اقتصاد دیجیتال کیفیت
- بنابراین اهداف مورد نظر در اینترنت آینده از دیدگاه چین شامل موارد زیر است:
- ایجاد ساختار اولیه بازار برای داده‌ها

¹ multistakeholder approach

ارتباطی و اطلاعاتی، ترویج جامعه اطلاعاتی جهانی مبتنی بر شبکه‌های سریع، امن و فراگیر برای اتصال میلیاردها انسان، ماشین و اشیا به هم را مورد نظر دارد و در بیانیه خود موارد زیر را حائز اهمیت می‌داند:

۱. تسهیل همگرایی شبکه‌های دیجیتال، دستگاه‌ها، برنامه‌ها و خدمات
۲. پرورش خلاقیت در توسعه، استفاده و کاربرد اینترنت
۳. تقویت اعتماد و امنیت
۴. اطمینان از جهان‌شمولی اقتصاد اینترنت

۷- آینده فناوری‌های شبکه فراسوی ۲۰۳۰ از نگاه اتحادیه جهانی مخابرات^۱

ITU-T^۲ در شبکه فراسوی ۲۰۳۰ شکاف‌های فنی را تجزیه و تحلیل کرده و برخی از خدمات جدیدی را که برای پشتیبانی از برنامه‌های کاربردی جدید در سال‌های آینده مورد نیاز است، شرح داده است. برخی از برنامه‌های کاربردی جدید به ضمانت شاخص کلیدی عملکرد (KPI)^۳، نیاز دارند. برخی از برنامه‌ها به ارتباطات عظیم ماشین به ماشین، نیاز دارند که ویژگی‌های متفاوتی نسبت به ارتباطات انسان به انسان و یا انسان به ماشین دارند و برنامه‌های مختلف ممکن است، به ارتباطات کیفی نیز، نیاز داشته باشند [۱۷]. با پیچیده‌تر شدن، ناهمگنی و پویایی فناوری‌ها، مدیریت سنتی دور از تصور است. استفاده از تصمیم‌گیری خودکار در زمینه‌های هوش مصنوعی و فناوری‌های یادگیری ماشین، سودمند است. علاوه بر این، تصمیمات اتخاذ شده در مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، ممکن است عوارض جانبی نامطلوبی داشته باشد. بنابراین نوآوری، در درک بهتر آن تصمیمات از طریق روش‌های تأیید رسمی، توضیح و قابل اعتماد بودن چنین یافته‌هایی، مدنظر قرار می‌گیرد. صرفه‌جویی در مصرف انرژی یکی از دغدغه‌های مهم امروزه در مقیاس جهانی است که برنامه‌ریزی‌های بیشتری را لازم دارد.

۸- پیشنهاد آینده‌نگری در اینترنت برای ایران

با توجه به مطالعات انجام‌شده، ایران نیز لازم است همانند و همپای سایر کشورهای دنیا، بیانیه راهبردی خود را برای اینترنت

- ایجاد تحول دیجیتال برای صنایع تولیدی و خدماتی و همچنین کشاورزی
 - افزایش سطح صنعت‌گرایی در بخش دیجیتال
 - ارائه خدمات عمومی دیجیتال در دسترس عموم به صورت عادلانه
 - ارتقای سیستم حاکمیتی برای اقتصاد دیجیتال و تأکید بر شبکه‌های خدمات مبتنی بر بلاکچین و پهنای باند
- در این راستا چین اولین «درگاه تجارت آزاد برای داده» خود را با سرمایه‌گذاری ۵ میلیارد دلاری به‌عنوان مرکز انتقال داده برون‌مرزی و کابل‌های زیردریا راه‌اندازی خواهد کرد. سیاست‌گذاران چین از نوآوری و توسعه استعدادها حمایت می‌کنند و براساس موفقیت‌های حاصل‌شده چند دهه گذشته عمل می‌کنند و با توجه به برنامه‌ها و استراتژی‌های اعلام شده، به‌عنوان یک مرجع رقابتی مهم، بر محدوده جهانی متمرکزند تا چارچوب و برنامه و اقدامات لازم برای اینترنت آینده واقعاً دموکراتیک، رایگان، باز و پایدار ایجاد نمایند.

۶- چشم‌انداز اینترنت آینده از دیدگاه کره جنوبی

کره جنوبی از ۲۰۰۸ در پی بررسی و تبیین چشم‌انداز خود برای اینترنت آینده دیدگاه خود را تعیین کرده است [۱۶]. این دیدگاه که با رویکرد اقتصادی بیان شده، فرصت‌های جدید برای اشتغال، بهره‌وری، آموزش، بهداشت و خدمات عمومی و همچنین رسیدگی به نگرانی‌های زیست‌محیطی و جمعیتی؛ ایجاد شرکت‌ها و جوامع و همکاری‌های جهانی نزدیک‌تر، فعال‌سازی اشکال جدید مشارکت برای ترویج شفافیت و تنوع نظرات، مسئولیت‌پذیری، حریم خصوصی و اعتماد، توانمندسازی مصرف‌کنندگان و کاربران در معاملات و مبادلات آنلاین؛ تقویت فرهنگ امنیت در مورد سیستم‌ها و شبکه‌های اطلاعاتی و کاربران آنها، ایجاد پلتفرم‌های تحقیقاتی، همکاری‌های علمی بین‌المللی، توسعه خلاقیت و نوآوری در بسیاری از بخش‌های مختلف، ایجاد فرصت‌هایی برای فعالیت‌ها، برنامه‌ها و خدمات جدید اقتصادی و اجتماعی از طریق دسترسی همه‌جا و یکپارچه به شبکه‌های

1 International Telecommunication Union (ITU)

2 ITU's Telecommunication Standardization Sector

3 key performance indicator

الکترونیک و برنامه‌های اجتماعی، به‌عنوان نتیجه‌گذار به طرحی جدید، با ریسک همراه خواهد بود. معماری موجود با چالش‌های عمده‌ای شامل امنیت و حریم خصوصی، قابلیت اطمینان، مقاومت در برابر حملات اینترنتی، بهبود کیفیت سرویس و کیفیت تجربه نقطه به نقطه، آدرس‌دهی و هویت‌بخشی قابل اطمینان همراه است [۲۰]. برای بسیاری از برنامه‌های کاربردی جدید، پشتیبانی الزامات جدیدی، مورد نیاز است. از این‌رو کشورها، توسعه اینترنت آینده را مدنظر قرار داده و بنابر شرایط موجود، چشم‌انداز خود را تعیین کرده و اقداماتی را در این خصوص تبیین کرده‌اند. محوریت آنها بر پایه توسعه اینترنت به‌صورت انعطاف‌پذیر، پایدار، فراگیر، باز، رایگان، جهانی، قابل همکاری، قابل اعتماد و امن بوده و در این راستا سیاست‌ها، برنامه‌ها، مأموریت‌ها و اقدامات خود را تعیین کرده و مطابق با برنامه زمانی تعیین شده، عمل می‌نمایند. مرور این موارد، دریچه‌ای برای تحقیق درباره اینترنت آینده با تمرکز بر لزوم گذر به سمت توسعه و پیاده‌سازی آن برای محققین می‌گشاید.

از آنجا که ایران نیز لازم است همگام با سایر کشورهای دنیا، چشم‌انداز و شیوه حاکمیت خود بر اینترنت را در نظر گیرد، پیشنهاد می‌شود با بررسی چالش‌های اینترنت فعلی در کشور، از دیدگاه کاربران و ارائه‌دهندگان خدمات، پتانسیل‌های اینترنت آینده برای رفع این چالش‌ها را واکاوی و با هدف گذر به اینترنت آینده، الزامات و اقدامات لازم، تدوین و یا بروزرسانی گردد.

منابع و مؤاخذ

- [1]. Zhang, J., Huang, T., Wang, S., & Liu, Y. J. (2019). Future Internet: trends and challenges. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 20(9), 1185-1194.
- [2]. Obinna, E. N., & Kabari, L. G. (2018). Generations of internet (past, present and future). *International Journal of Computer Applications*, 181(9), 29-32.
- [3]. Fisher, D. (2014). A look behind the future internet architectures efforts. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 44(3), 45-49.
- [4]. Alberti, A. M., Santos, M. A., Souza, R., Da Silva, H. D. L., Carneiro, J. R., Figueiredo, V. A. C., & Rodrigues, J. J. (2019). Platforms for smart environments and future internet design: A survey. *IEEE Access*, 7, 165748-165778.
- [5]. هومن الوندی، شهناز هاشمی، افسانه مظفری (۱۴۰۰)، مهمترین مسائل شبکه‌های اجتماعی مجازی در افق ۱۴۰۴ ایران بر

آینده ترسیم نماید. برای این منظور سیاست‌ها و اقدامات حاکمیتی باید در پنج محور آینده اینترنت شامل مواجهه با پلتفرم‌های خارجی، مواجهه با محتوای ناسالم، مدیریت هویت کاربران، مدیریت ترافیک و آزادی بیان شفاف گردد [۱۸] و کارآمدی، مقیاس‌پذیری و قابلیت اعتماد را همراه با تحقیق در فناوری‌های اصلی، به‌ویژه دسترسی موبایل و بی‌سیم و شبکه‌های نوری در دیدگاه راهبردی خود بگنجانند. در عین حال لازم است چندجانبگی و چندبخشی بودن حاکمیت اینترنت را در نظر گیرد [۱۹]. بنابراین، باید محدودیت‌های موجود، شناسایی و چالش‌ها و اختلال‌های گزارش شده در گزارشات و تجارب پیشین در لایه‌های مختلف شبکه، بررسی شوند و نتایج آماری حاصل از آن به‌صورت مستند، جمع‌آوری گردد. در ادامه، مکانیزم‌های امنیتی، شفاف‌سازی شود و مقیاس‌پذیری در معیارهای آتی استانداردهای ملی، در نظر گرفته شود.

پیشنهاد می‌شود، سند، چشم‌انداز و چارچوب مأموریت بلندپروازانه با توجه به ویژگی‌های خاص کشور، با تأکید بر پنج رکن فرهنگی و اعتقادی، انعطاف‌پذیری، پایداری، قابلیت اعتماد و دسترس‌پذیری همگانی، تدوین گردد و اهداف بلندپروازانه نسل بعدی اینترنت شامل اینترنتی باز، رایگان، قابل تعامل، قابل اعتماد و امن، در آن لحاظ شود و بر تعهد خود به حفاظت و احترام به حقوق کاربران و اعتقادات فرهنگی و اعتقادی، تأکید و به‌عنوان شبکه‌ای غیرمتمرکز از شبکه‌ها همراه با دسترسی جهانی با رویکرد چند ذی‌نفعی حاکمیت، دولت و دانشگاهیان، جامعه مدنی و بخش خصوصی، در بهره‌برداری از این منافع با یکدیگر سهیم باشند. همچنین، سازوکار رقابت و نوآوری کسب و کارها در هر اندازه، در محیطی منصفانه و رقابتی و شایسته‌محور، فراهم گردد و با استفاده از پتانسیل آن، رفع چالش‌هایی همچون ترافیک، آلودگی هوا و بهره‌وری انرژی، ممکن شود.

۹- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش در پی گذر به سمت اینترنت آینده، به کاستی‌های اینترنت فعلی و ضرورت‌های توسعه اینترنت آینده پرداخته و با مروری بر سیاست‌ها، برنامه‌ها و اقدامات کشورهای پیشرو، دیدگاه‌هایی را در اختیار قرار می‌دهد. پیش‌بینی الزامات آینده برای اینترنت دشوار است. زیرا میلیون‌ها کاربر جدید به این شبکه افزوده می‌شوند و تحولات ناخواسته در تجارت الکترونیک، دولت

- [12]. European Commission DG CNECT (2016). Digital Futures Final Report, A Journey into 2050 Visions and Policy Challenges.
- [13]. The Future of the Internet in Europe webinar (2023), <https://itif.org/events/2023/06/08/the-future-of-the-internet-in-europe>
- [14]. European Commission (2022). EU and international partners put forward a Declaration for the Future of the Internet.
- [15]. A Declaration for the Future of the Internet, (2022), US, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/04/Declaration-for-the-Future-for-the-Internet-Launch-Event-Signing-Version-FINAL.pdf>
- [16]. Declaration for the Future of the OECD Legal Instruments Internet Economy (The Seoul Declaration), (2008), <https://legalinstruments.oecd.org/public/doc/113/113.en.pdf>
- [17]. Li, R. (2022). Future of Networking Beyond 2030, <https://www.itu.int/en/journal/j-fet/2022/006/Pages/default.aspx>.
- [۱۸]. محمد کشوری، (۱۴۰۱)، آینده اینترنت در ایران: فیلی در تاریکی، نشریه پیوست، دوره ۱۴۰۱، شماره ۱۰۷ (آذر ۱۴۰۱)
- [۱۹]. انگ، پنگ هوا (۱۴۰۰). حاکمیت اینترنت، گروه ترجمه انتشارات آتی نگر، اول، سازمان فناوری اطلاعات ایران
- [20]. ITU-T Technology Watch Report 10, (2009). The Future Internet, https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/23/01/T230100000A0001PDFE.pdf
- مبنای آینده پژوهی، مرکز ترند وان (با تأکید بر مسائل سیاسی، اجتماعی و اقتصادی)، مطالعات رسانه‌ای.
- [6]. McKeown, N., Anderson, T., Balakrishnan, H., Parulkar, G., Peterson, L., Rexford, J., ... & Turner, J. (2008). OpenFlow: enabling innovation in campus networks. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 38(2), 69-74.
- [7]. Li, Y., & Chen, M. (2015). Software-defined network function virtualization: A survey. *IEEE Access*, 3, 2542-2553.
- [8]. Jain, S., Kumar, A., Mandal, S., Ong, J., Poutievski, L., Singh, A., ... & Vahdat, A. (2013). B4: Experience with a globally-deployed software defined WAN. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 43(4), 3-14.
- [۹]. حسن یگانه، فاطمه فامیل سعیدیان. (۱۴۰۱)، بررسی و تحلیل چالشهای حقوقی آواتارها در زیست‌بوم متاورس، نشریه نشاء علم، سال سیزدهم شماره ۱، دی ماه ۱۴۰۱، ص ۳۳ تا ۴۱
- [10]. Stuckmann, P., & Zimmermann, R. (2009). European research on future internet design. *IEEE Wireless Communications*, 16(5), 14-22.
- [11]. Bego K., Droemann M., (2020) A vision for the future internet, Next Generation Internet, URL <https://research.ngi.eu/wp-content/uploads/2021/02/Vision-for-the-future-internet-long-version-final-1.pdf>.

Development of the Future Internet Lessons Learned from Global Pioneers and Proposed Solutions for Iran

Hassan Yeganeh^{*,1}, Azam Sadat Mortazavi Kahangi¹, Anita Hadizadeh¹

Along with the technological changes and the growing number of users of communication and information networks, there has been a surge in the diversity of available services and their demands in these networks. This growth has resulted in current networks encountering various technical, security, and operational challenges. Hence, acknowledging the necessity of transitioning towards the future Internet, research endeavors in this domain have been launched globally. The objective of this research is to examine and analyze the programs and actions of leading countries in the development of the future Internet and to address the perspectives of the United States, China, South Korea, as well as the European Union on the future Internet by examining its potential in addressing current challenges. Furthermore, based on conducted studies, recommendations for the development of the future Internet in Iran have also been provided. The findings of this research suggest that the constraints related to Internet architecture, security, and scalability have impacted the effectiveness and quality of service provision. Consequently, countries have developed visions, policies, and measures aimed at prioritizing public interests and addressing the needs of users in this regard. Therefore, it can be concluded that to establish a suitable infrastructure for the digitalization process, greater attention should be devoted to the topic of the future Internet and its various dimensions.

Keywords: Future Internet, Internet Generations, Internet Challenges, Solutions

* Corresponding Author. Assistant Professor, Tel/Fax: 02184977760, Email: yeganeh@itrc.ac.ir

¹ ICT Regulation and Organizing Research Group, Strategic Studies and Digital Economy Development Centre, ICT Research Institute (ITRC), Tehran, Iran