سال چهاردهم، شماره‌های ۵۱ و ۵۲ ، بهار و تابستان ۱۴۰۱

صص: ۱۷۲_۱۹۴

دو فصلنامه علمی

فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران

تبیین فرآیند پذیرش شبکه‌های نرم افزار محور (SDN) با استفاده از روش داده بنیاد و رویکرد سیستمی

الهام ضیایی پور* **علی رجب زاده قطری**** **علیرضا تقی زاده*****

* دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

** استادیار، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

*** استاد، دانشکده کامپیوتر، واحد پرند، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۲

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

فناوری SDN یکی از فناوری‌هایی است که در تحول دیجیتال نقش برجسته‌ای ایفاء خواهد نمود. ساختار این فناوری به گونه‌ای است که بتواند خود را با ماهیت پویا و درحال تغییر شبکه‌های آینده و همچنین با نیازها و درخواست‌های کاربران سازگار و همگام سازد. تاثیر این فناوری در هوشمندسازی، چابکی، مدیریت و کنترل تجهیزات، حوزه‌ها و فناوری‌های نوین ارتباطی دیگر، کاهش هزینه‌ها و ایجاد کسب و کارهای نوآورانه بسیارحائز اهمیت است. در این خصوص فراهم‌کنندگان خدمات، از طرفی علاقه زیادی به استقرار SDN، برای مهاجرت زیرساخت‌های خود از یک معماری ایستا به یک سیستم پویا و قابل برنامه‌ریزی دارند و از طرف دیگر آن را جزو اولویت‌های خود نمی‌دانند و این تصور را دارند که از طریق روش‌های سنتی، مدیریت شبکه را انجام دهند. لذا در این پژوهش تلاش شده است ضمن شناخت عوامل موثر بر پذیرش معماری SDN و بکارگیری آن توسط اپراتورهای مخابراتی، مدل پارادایمی موضوع با استفاده از رویکرد سیستمی و نظریه داده بنیاد (مدل اشتراوس و کوربین) استخراج شود. در ارائه مدل بیش از هزار کد اولیه تعیین و در مراحل بازنگری و براساس اشتراکات معانی، مجموعاً ۲۱۰ کد مستقل احصاء گردید. در انتها با نظرخبرگان از این تعداد کد، مجموعا ۷۳ کدنهایی، ۱۲ کد محوری و ۶ مقوله اصلی استخراج شده است.

واژگان کلیدی: پذیرش، شبکه، فناوری، نرم افزارمحور

۱. مقدمه

شبکه‌های نرم افزار محور(SDN)[۱] را می‌توان مشابه با سونامی[۲] دانست که نه فقط شبکه‌های ارتباطی بلکه بخش‌های دیگر صنعت ارتباطات نظیررایانش ابری و 5G را نیز تحت تأثیرخود قرار داده و تحقق وعده‌های این فناوری‌ها را تسهیل و امکان پذیر خواهد نمود [۱] و [۲]. همچنین این فناوری بعنوان توانمندساز نقش برجسته‌ای درشکل‌گیری مفاهیمی چون تحول دیجیتال، دانش محور شدن، هوش کسب و کار و ارائه

نویسنده مسئول : علی رجب زاده قطری alirajabzadeh@modares.ac.ir

[۱] Software Defined Network

[۲] Tsunami

سرویس‌های نوین ارتباطی خواهد داشت[۳]. فناوری SDN نه فقط در نقش توانمندساز برای فناوری‌های دیگر بلکه با مزایای بیشماری که حاصل تغییر معماری و تصویرکلی فضای شبکه‌های ارتباطی است، فراتر از تغییر فناوری منجر به تحول کامل فناوری در این حوزه شده است.

از مزایای قابل توجه SDN به تغییر در ماهیت و مدل ارائه سرویس‌ها، مدیریت بهینه منابع شبکه و مصرف انرژی، ایجاد و مدیریت سرویس‌های جدید و نوین، چابکی[۱] و پویایی در ارائه و پاسخ سریع به تغییرات، خودکارسازی[۲] عملیات، قابلیت برنامه‌ریزی[۳] منابع شبکه به صورت نرم‌افزاری، سفارشی سازی[۴]، مدیریت حوزه‌ها، لایه‌ها و سازندگان تجهیزات مختلف بصورت یکپارچه و بصورت منطقی متمرکز، امکان تشخیص و تحلیل بهترترافیک وخرابی ها و پاسخ دهی بلادرنگ[۵] به نیاز های کاربران، کاهش زمان خرابی، امکان بکارگیری تکنیک های شناختی[۶]، امکان بهینه سازی[۷]، مجازی‌سازی[۸]، کاهش هزینه‌های پیاده سازی، استقلال هرچه بیشتر سرویس‌ها از لایه‌های زیرین سخت‌افزاری، سریع‌تر شدن زمان تدارک[۹]، پیکربندی تجهیزات، افزایش هوشمندی شبکه و بستری برای شبکه‌های دانش محور (KDN)[۱۰] می‌توان اشاره نمود[۲].

نکته حائز اهمیت آنست که علی رغم برتری‌های مشهودی که این فناوری نسبت به زیرساخت‌های قبلی دارد هنوز به طورکامل مورد پذیرش واقع نشده است و نگرش خوبی نسبت به پیاده سازی آن وجود ندارد. درحال حاضر شاید برای مدیران بهتر باشد که تنظیمات و راه اندازی شبکه‌ها را به صورت دستی انجام دهند تا بخواهند تمام زیرساخت موجود را کنار گذاشته و از تجهیزات جدید سازگار با SDN استفاده کنند[۲].

اولین گام در شکستن مقاومت در برابر تغییر فناوری و بکارگیری فناوری جدید، پذیرش آن فناوری است. از این رو شناخت فرآیند پذیرش این فناوری براساس رویکرد سیستمی که می‌بایست دربرگیرنده پیشایندها، فرآیندها، پسایندها و محیط تاثیرگذار برآن باشد، می‌تواند از اهمیت بالایی برخوردار باشد. برای این منظور از مدل پارادایمی اشتراس و کوربین که براساس رویکرد سیستمی می‌باشد استفاده شده است تا درخصوص پدیده پذیرش فناوری SDN بتوان پیشایندها (شامل شرایط علی)، فرآیندها(شامل ابعاد پذیرش SDN)، پسایندها(شامل مکانیزم ها و پیامدها) و محیط(شامل شرایط مداخله‌گر و زمینه‌ای) را شناسایی و کشف نمود. با بررسی مبانی نظری و پیشینه پژوهش‌های مرتبط قبلی انجام شده می‌توان ادعا نمود که تاکنون مساله پذیرش فناوری SDN در بافت کشور به صورت فرآیندی و بر اساس یک رویکرد جامع و سیستمی مورد بررسی قرار نگرفته است. یکی از دلایل پراکندگی تحقیقات در این حوزه را می‌توان ناشی از چند رشته‌ای بودن این حوزه دانست، بطوری که متخصصان حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات صرفاً با دیدگاه فنی تنها به معیارهای طراحی، پیاده سازی و بهینه سازی این فناوری پرداخته‌اند و حال آنکه متخصصان حوزه مدیریت به دلیل عدم آشنایی لازم با این فناوری و آگاهی از مزایا و کاربردهای آن به این حوزه یا نپرداخته‌اند یا اگر هم بررسی‌هایی انجام پذیرفته بیشتر در حد طرح تجاری و زیست بوم آن بوده است.

مقاله پیش رو برآنست تا با ارائه مدل نظری جامع و سیستمی، خلاء نظری موجود را مرتفع نموده و ابعاد مشهود و نامشهود این موضوع را مورد بررسی و شناسایی قرار دهد. بدین منظور در بخش اول به بررسی مسئله تحقیق و اهمیت مطالعه آن پرداخته شده است. سپس تحقیقات و مطالعات پیشین در این زمینه بررسی گردید. کلیات روش تحقیق مورد استفاده، شیوه جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها و مدل پارادایمی در بخش بعدی ارائه شده است. در انتها بعد از اعتبارسنجی تحقیق، جمع بندی و پیشنهادات مطرح گردیده است.

۲. مساله اصلی تحقیق

مطابق قانون Martec's اصلی‌ترین چالش مدیریت سازمان‌ها این است که تغییرات فناوری بصورت نمایی و بسیار سریع است، حال آنکه تغییرات داخلی سازمان‌ها کند وآهسته است. به این ترتیب این فاصله درطول زمان بیشتر و بیشتر می‌شود تا

[۱] Agility
[۲] Automation
[۳] programmability
[۴] Customization
[۵] Real-time
[۶] Cognitive Techniques
[۷] Optimization
[۸] Virtualization
[۹] Provisioning Time
[۱۰] Knowledge Defined Network

درنهایت سازمان‌ها خود را مجدداً تنظیم و با فناوری‌های جدید هماهنگ سازند[۴].

محدودیت فناوری‌های شبکه‌های کنونی، پیچیدگی‌ها، ناهمگون بودن، عدم مقیاس‌پذیری و وابستگی به سازنده تجهیزات، از جمله مسائلی است که شبکه‌های فعلی با آن مواجه هستند و روش های متداول و قدیمی برای پیکربندی، بهینه سازی و عیب‌یابی در چنین بستری غیرموثر می‌باشد که در برخی موارد حتی ممکن است باعث ایجاد خطا نیز شود. بهینه سازی تک تک تجهیزات شبکه، بدون درنظرگرفتن کل شبکه و تجهیزات دیگر مربوط به آنها، ممکن است منجر به عملکرد ناسازگار شبکه با خروجی‌های نامطلوب شود و در صورتی که شبکه مورد نظر قابلیت برنامه نویسی، انعطاف پذیری، چابکی و پیاده‌سازی ایده‌های جدید و هوشمندی لازم را نداشته باشد شرایط بسیار بدتر خواهد شد.

با توجه به مزایای بیشمار فناوری SDN که در مقدمه عنوان شد و همچنین با توجه به مرکز ثقل بودن شبکه ارتباطی در نقل و انتقال داده ها، اگر به روند این تحول دقت ننماییم و با تحول فناوری همگام نشویم، نتیجه آن واگذاری کامل بستر شبکه به شرکت‌ها و برندهای خارجی خواهد بود. لذا همگام‌شدن با روند فناوری، علاوه بر آنکه موجب حفظ امنیت و استقلال شبکه داخلی (خودگردانی) می‌شود، صادرات این فناوری و توجه به بازار کشورهای در حال توسعه را نیز به همراه دارد.

روند فناوری نشان از نرم افزار سازی بخش‌های مختلف صنعت مخابرات دارد[۵]. در سال ۲۰۱۹ چارچوبی برای تحول دیجیتال ارائه شده است که شامل۴ سطح شبکه‌های دیجیتال، عملیات دیجیتال، تجربه دیجیتال و سرویس‌های دیجیتال می‌باشد. آنچه از این چارچوب حائز اهمیت است این است که درسطح شبکه‌های دیجیتال فناوری‌های مطرح شده 5G، Cloud-native وSDN هستند[۳]. همچنین طبق گزارش سازمان MEF در سال ۲۰۱۶ در آینده‌ی نزدیک سرویس‌های مخابراتی جای خودشان را به سرویس‌های ابری خواهند داد و به این ترتیب سرویس‌های جدید لحظه به لحظه در حال پدیدار شدن خواهند بود، درحالی که در سیستم‌های مخابراتی هرچند سال ممکن بود یک سرویس به سرویس‌های مخابراتی اضافه شود. از طرف دیگر زمان فعال کردن سرویس‌های جدید لحظه‌ای است در صورتیکه برای فعال کردن یک سرویس جدید مخابراتی حداقل شش ماه زمان لازم بود. این تحولات ازطریق بستر SDN در کنار سایر بسترها نظیر cloud صورت می‌گیرد که نیازمند تغییرات جدید در زمینه سخت‌افزار و نرم‌افزار است، لیکن نرم‌افزار سهم بیشتر و مهم‌تری را دارد[۸].

اهمیت نرم افزاری سازی صنعت مخابرات تا بدانجاست که در سال ۲۰۱۸ کنفرانسی در دانشگاه سنت لویس شهر مونترال کانادا از طرف سازمان IEEE برگزار گردید که در آن ۱۱ محور بعنوان ابزار نرم‌افزارسازی شبکه‌های مخابراتی مطرح گردیده است که مهمترین آنها فناوری SDN عنوان شده است[۵] و [۶].

همچنین گزارشات متعددی در خصوص بازار فناوری SDN در بازه سال های مختلف منتشر شده است که تعداد محدودی از آنها قابل دسترس هستند. طبق گزارش مرکزتحقیقات بازار درآمد حاصل ازبازار جهانی SDN در سال ۲۰۱۸ رقمی معادل ۸ میلیارد دلار بوده است که پیش بینی می‌شود در سال ۲۰۲۵ به بیش از ۱۰۰ میلیارد دلار برسد. در این گزارش کاربرنهایی شامل سازمان‌ها (۴۶٪ از درآمد بازار)، تامین‌کنندگان خدمات ابری (۱۸,۹۵٪ از درآمد بازار) و تامین‌کنندگان خدمات مخابراتی (۳۵,۰۵٪ از درآمد بازار) می‌شود. همچنین با تحلیل منطقه‌ای بازار نتایج زیر حاصل شده است : کشورهای آمریکا شمالی ۴۰,۴۰٪ از سهم بازار، اروپا ۲۱,۰۶ ٪ از سهم بازار، آسیا-اقیانوسیه ۲۱,۴۳٪ ، آمریکای لاتین ۴,۰۲٪ و کشورهای خاورمیانه حدود ۷,۰۹٪ از کل بازار SDN را در سال ۲۰۱۸ در اختیار داشتند. همچنین تخمین زده می‌شود که پذیرش شبکه های نرم افزار محور در بخش مراکز داده مخابراتی و سازمان‌ها رشد بیشتری خواهد داشت[۹].

علی‌رغم تمام مزایایی که SDN درصنعت ارتباطات خواهد داشت، امروزه دیده می‌شود که مدیران مقاومت زیادی نسبت به هرگونه تغییرات در زیرساخت ها دارند و تمایل چندانی به بکارگیری SDN نشان نمی‌دهند. دلایل عمده‌ای که برای عدم تمایل به پیاده‌سازی معماری SDN در شبکه ارتباطی خود مطرح می‌نمایند در جدول ۱ آورده شده است[۲] و [۶]:

جدول ۱. موانع پیاده سازی فناوری SDN

ردیف	موانع
۱	عدم بلوغ استانداردها
۲	فقدان متولی مشخص برای بخش های مختلف (کنترلر و ...)
۳	فقدان اینترفیس استاندارد در ارتباط با برخی بخش‌ها (بخش مدیریت، کنترلرهای دیگرو شبکه‌های سنتی)
۴	چالش‌های امنیتی
۵	احتمال تاخیر بیشتر نسبت به شبکه‌های سنتی (عدم وجود مستندات معتبر برای رد این ادعا)
۶	نیاز به تغییرات سخت افزار
۷	نیاز به مهارت‌های جدید توسعه و پیاده‌سازی نرم افزار
۸	مشخص نبودن نحوه تعامل معماری SDN با بخش مدیریت شبکه
۹	فقدان روال‌ها و دستورالعمل‌های تست تجهیزات SDN ای
۱۰	فقدان مدل‌های کسب و کار مشخص

با تعمق بیشتر، شاید منطقی به نظر برسد که اپراتورها باید با حساسیت بسیار بالایی اقدام به توسعه شبکه ارتباطی خود از شبکه‌های سنتی به شبکه نوین مبتنی بر معماری SDN نمایند و بدیهی است این مهم نیازمند هم‌اندیشی و مطالعات منسجم‌تری دارد. همچنین با توجه به اینکه مطالعات تطبیقی در این زمینه دلالت بر این دارد که هنوز پیاده‌سازی و بکارگیری معماریSDN به شکل واقعی در بسترهای مخابراتی کشورهای دیگر جهان انجام نپذیرفته است و فقط در حد بکارگیری آن در برخی مراکز داده یا فعالیت‌های مراکز تحقیقاتی/ دانشگاهی بوده است، مقاومت مدیران و کارشناسان اپراتورهای مخابراتی را برای تغییر ساختار سنتی شبکه‌های ارتباطی چندین برابر می‌نماید. بحران‌های سیاسی و اقتصادی بوا سطه تحریم‌ها در کشور ما، اپراتور های مخابراتی را مجبور به بومی‌سازی و بکارگیری تجهیزات و محصولات داخلی نموده است که خود این مسئله مشکلاتی را فراهم ساخته است. بسیاری از سازندگان و تولیدکنندگانی که سهم عمده‌ای در بازار تجهیزات زیرساخت شبکه دارند، هنوز از SDN عقب هستند یا به سمت آن نمی‌روند. یک دلیل شاید این باشد که SDN را تهدیدی برای کسب‌وکار فعلی‌شان به شمار می‌آورند. یکی از مزایای اصلی معماری SDN کنترل و مدیریت حوزه‌ها، لایه‌ها و سازندگان تجهیزات مختلف است که به آن پشتیبانی از چندین لایه، چندین حوزه و چندین سازنده تجهیزات گویند[۱۰]. در این ویژگی پارادوکسی وجود دارد از این جهت که قابلیت کنترل و مدیریت یکپارچه چندین سازنده و به تبع آن حوزه‌های مختلف، شاید بتوان گفت یکی از آرزوهای اپراتورهای مخابراتی بوده و هست. چراکه به واسطه رقابت ایجاد شده مابین آنها، اپراتورهای مخابراتی قادر خواهند بود از تجهیزات متنوع با قیمت پایین و کیفیت بهتر استفاده نمایند و وابسته به یک سازنده خاص نخواهند شد. حال آنکه کلیه سازندگان تجهیزات این ویژگی را دوست ندارند و به دنبال فقط عرضه کلیه محصولات خود هستند تا به این ترتیب اپراتورها را هرچه بیشتر وابسته خود نمایند. این وابستگی سبب می شود تا اپراتورها با قیمت‌های بالا و کیفیت پایین محصولات مدارا نمایند. با توجه به اینکه بخش کنترلر در معماری SDN این وظیفه مهم را بر عهده دارد که به شکلی متمرکز کنترل و مدیریت سازنده‌های مختلف را انجام دهد، شاید دلیل دیگر عدم تمایل سازندگان تجهیزات به تولید محصولات SDN ای و حرکت به سمت آن را بتوان ناشی از این مسئله دانست.

البته به سبب مزایای بیشماری که با پیاده‌سازی و بکارگیری معماری SDN حاصل خواهد شد و با عمومی‌تر شدن و استاندارد شدن کلیه لایه‌ها و بخش‌های آن امید است این وضعیت تغییر کند. با درنظرگرفتن موارد فوق، عدم تمایل اپراتورهای مخابراتی و سازندگان تجهیزات را نه فقط به عوامل فوق بلکه باید به عواملی که ناشی از مقاومت در برابر تغییر فناوری می شوند نیز تعمیم داد. شاید بتوان گفت اولین گام در شکستن مقاومت در برابر تغییرفناوری، پذیرش آن فناوری است. در دهه‌های اخیر به تناسب پیشرفت فناوری اطلاعات و کاربری آن در عرصه‌های مختلف، الگوها و مدل‌های متعددی در حوزه پذیرش فناوری پدید آمده است. مدل پذیرش فناوری[۱]، تئوری عمل مستدل[۲] (کنش عقلایی) و تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده[۳]

[۱] Technology Acceptance Model (TAM)
[۲] Theory of Reasoned Action (TRA)
[۳] Theory of Planned Behavior (TPB)

و مدل تلفیقی کاربرد و پذیرش فناوری[1] برخی مدل‌های کمتر مطرح در این زمینه می‌باشند که از تغییر مدل‌های اصلی شکل گرفته‌اند[۱۱]. نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که این مدل‌ها در زمینه مطالعه فناوری‌های مختلف و پذیرش آنها، عملکردهای متفاوتی دارند. درک عواملی که موجب پذیرش یک فناوری می‌شوند و ایجاد شرایطی که تحت آن، فناوری‌های اطلاعاتی مورد نظر پذیرفته شود از پژوهش‌های مهم در زمینه فناوری اطلاعات است. به عبارتی این مسأله که چرا افراد، یک فناوری اطلاعاتی را می پذیرند و از آن استفاده می‌کنند و یا برعکس، آن را نمی‌پذیرند و از آن استفاده نمی‌کنند از مهم‌ترین مباحث سیستم‌های اطلاعاتی است[۱۲].

پذیرش فناوری پدیده چند بعدی است که مجموعه وسیعی از متغیرهای کلیدی مانند ادراک، اعتقادها، نگرش‌ها و ویژگی‌های افراد و همچنین میزان درگیری آنان با فناوری را شامل می‌شود. نظریه‌ها و مدل‌های مختلفی در زمینه پذیرش فناوری آزمایش و اصلاح شده‌اند که خاستگاه اکثر آنها سامانه‌های اطلاعاتی و رویکردهای روانشناسی و جامعه شناسی بوده است. این مدل‌ها به شناخت ما از عوامل موثر بر پذیرش فناوری از سوی سازمان‌ها و مدیران و روابط بین آنها کمک می‌کند. همچنین بسیاری از محققین بر این باورند که فرآیند پذیرش، استفاده موفق از فناوری را در سازمان تحت تأثیر قرار می‌دهد[۴۳].

برخی از محققین اعتقاد دارند که نگرش سازمان‌ها و مدیران به پذیرش فناوری جدید در سازمان تأثیر حیاتی بر پذیرش عملی آن دارد. بسیاری از مطالعات انجام گرفته در این زمینه در ارائه مبانی نظری جامعی با استفاده از تفسیر عوامل تعیین کننده و ساز و کارهای پذیرش کاربران داشته اند. همچنین نتایج تحقیق در این زمینه نشان دهنده نقش مهم تفاوت در نوع ارزش‌ها، خواسته‌ها، نگرش‌ها، چشم اندازهای شخصی و ترجیحات فکری و همچنین قدرت تغییر پذیری بر روند پذیرش فناوری جدید است[۴۴].

با وجود توسعه چشمگیر فناوری‌های جدیدی مانند SDN، برخی سازمان‌ها بکارگیری این فناوری‌ها را به‌دست فراموشی سپرده‌اند و یا اینکه نسبت به تصمیم‌گیری درباره فرایندهای موثر بر بکارگیری این فناوری‌ها با سرعت بسیار پایینی حرکت می‌کنند. برخی از مدیران تمایل دارند تا بهترین فناوری های موجود در دنیا را به کارگیرند، اما در عین حال به‌نظر می‌رسد که بسیاری از آنها در جامعیت این فناوری های جدید و توانایی‌های آن با تردید نگاه می‌کنند و از تغییرات بزرگ واهمه دارند.

۳. پیشینه پژوهش

با توجه به بررسی‌های انجام شده مقالات مروری متعددی از ابعاد مختلف و زوایای متفاوتی درخصوص این فناوری انجام پذیرفته است که در جدول ۲ خلاصه‌ای از برخی مقالات مروری در این حوزه آورده شده است.

جدول ۲. خلاصه مقالات مروری درخصوص SDN

مرجع	خلاصه مقاله
[۱۳]	معرفی SDN، معرفی 5G و سناریوهای بکارگیری آن، بکارگیری SDN در5G ،چالش ها و موضوعات مطرح
[۱۴]	پیمایش مقالات مربوط به شبکه های عصبی، یادگیری عمیق، درخت تصمیم، RF، k-means، SOM ، Q-Learning، کلونی مورچه، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم های تکاملی و ....در چهار قالب یادگیری ماشین،الگوریتم های ریاضی، سیستم های فازی و روش های دیگر دسته بندی و مطرح گردیده است
[۱۵]	بررسی شبکه سایبر فیزیکی، بکارگیری SDN در CPS، مزایا و چالشهای بکارگیری SDN در CPS
[۱۶]	مرورSDN و تفاوت آن با شبکه های سنتی، معماری SDN، پیمایش مقالات مرتبط با موضعات توسعه پذیری، قابلیت اطمینان، انعطاف پذیری، دسترس پذیری، امنیت و موضوعات مربوط با کارایی SDN
[۱۷]	پذیرش SDN ، وضعیت SDN، چالشها و فرصت ها، ترند SDN ، معماری SDN و اجزاء آن، مجازی سازی، Cloud ، امنیت، مدلسازی و شبیه سازی، SDX و SDI ، فناوری‌های نوظهور نظیر IOT و 5G
[۱۸]	تاریخچه و انگیزه ها و محرک های ایجاد SDN، معماری SDN ، ابزار شبیه سازی و توسعه SDN، کاربردهای SDN ، چالش های تحقیقات
[۱۹]	پیمایش مقالات درخصوص SDN هایبرید، دسته بندی مدل‌های SDN هایبرید براساس معماری و عناصرو براساس عملکرد، مقایسه این مدل ها، روش های پیاده سازی SDN هایبرید، بررسی چالش ها در SDN هایبرید
[۲۰]	مروری برکارهای انجام شده، معماری SDN، تاریخچه شبکه های نوری، ارتباطات نوری کنترل شده با SDN، مجازی سازی، SDN در شبکه دسترسی نوری، ارکستریشن ، و چالش ها آینده تحقیقات SDON
[۲۱]	تعریف SDN، معماری SDN، برنامه نویسی SDN، زبان برنامه نویسی سطح پایین، زبان برنامه نویسی مبتنی بر API، دسته بندی زبان برنامه نویسی SDN ، زبان های برنامه نویسی SDN، چالش ها و تحقیقات آتی SDN
[۲۲]	مروری بر مزایا و محدودیت ها و چالش های IOT، تعریف IOT، فناوری‌های توانمندساز (SDN/NFV، Cloud ، FOG، 5G و ..)، استانداردها، معماری IOT، تحقیقات آتی
[۲۳]	معماری SDN و چالش های امنیت، ارزیابی کارایی در SDN، مسیر آینده ارزیابی های آگاه از امنیت در SDN

این مقالات مروری، به غیر از صدها مقالاتی هستند که با اهداف مختلفی نظیر بهینه سازی، شبیه سازی، پیاده سازی، توسعه و ... برروی ابعاد مختلف شبکه‌های SDN (از دید فنی) نگارش یافته‌اند و این خود می‌تواند دلالت بر گستردگی و اهمیت موضوع به خصوص از منظر مباحث آکادمیک و دانشگاه‌ها داشته باشد. نکته حائز اهمیت در این مقالات این است که هیچکدام با تمرکز بر پذیرش فناوری SDN و مباحث مدیریتی انجام نپذیرفته است و همه آنها با دید صرفا فنی مطرح شده اند. با بررسی‌های بسیاری که انجام پذیرفت مقالات اندکی وجود داشتند که تا حدی با موضوع مرتبط بودند و در ادامه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

[1] Unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT)

تحقیق جامعی درخصوص پذیرش فناوری SDN انجام پذیرفته است[۲۴]. در این تحقیق با استفاده از روش کمی ارتباط مابین درک و نگرش ادغام کنندگان سیستم‌های ابری فناوری اطلاعات را از پارامترهای مدل UTAUT (نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری) شامل پیش‌بینی عملکرد، تلاش مورد انتظار، نفوذ اجتماعی، شرایط تسهیل کننده بر تمایل به استفاده از فناوری SDN بررسی نموده است. لازم به ذکر است مدل UTAUT نظریه تلفیقی پذیرش و بکارگیری فناوری می‌باشد که پس از بررسی و مقایسه هشت مدل از مدل‌های پذیرش فناوری توسط ونکاتش[۱] و همکارانش در سال ۲۰۰۳ معرفی شد. شرکت کنندگان (n = ۱۶۷) ادغام کننده سیستم ابری بودند که حداقل ۱۸ سال سن داشتند حداقل سه ماه تجربه و از فناوری SDN در ایالات متحده استفاده کرده بودند. در این مطالعه با توجه به اینکه مبتنی بر روش کمی است از نرم افزار SPSS Statistics V.۲۵ و روش تحقیق غیرتجربی استفاده شده است. در مورد روش نمونه گیری نیز نمونه گیری غیر احتمالی درنظرگرفته شده و همچنین از بسته نرم افزاری آماری G*Power برای برآورد حجم نمونه مورد نظر استفاده شده است. برای تکنیک جمع‌آوری داده‌ها، از برنامه جمع‌آوری داده‌های Survey Monkey مبتنی بر وب برای تعیین ارتباط بین عوامل تعیین کننده فناوری و قصد رفتاری استفاده شده است. در مورد تجزیه و تحلیل داده‌ها ، مقیاس ترتیبی برای متغیرهای مستقل و مقیاس فاصله برای متغیر وابسته اعمال شده است. در مدل نهایی ، نفوذ اجتماعی و شرایط تسهیل کننده از نظر آماری معنی دار بود. پیش بینی عملکرد و تلاش مورد انتظار از نظر آماری معنی دار نبودند. در این تحقیق مهمترین معیار مدیران فناوری اطلاعات هستند که با تضمین منابع حمایتی و ترویج استفاده از آن در اهداف سازمانی، از پذیرش SDN می توانند حمایت کنند[۲۴].

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که اگرچه سازندگان SDN از پیشرفت عملکرد شغلی خود بواسطه این فناوری استقبال می‌کردند، اما امید به عملکرد بهتر شغلی از نظرآماری تعیین کننده یا محوری برای پذیرش فناوری SDN نبود. در واقع ادغام کنندگان خدمات ابری پذیرش فناوری SDN را یک الزام برای مشاغل خود می‌دانند و افزایش بهره‌وری افراد بعنوان محرکی برای پذیرش SDN برای آنها محسوب نمی‌شود.[۲۴].

در پروژه‌ای با عنوان SHIELD که منابع مالی آن را اتحادیه اروپا تامین می‌نمود به بررسی عوامل تاثیرگذار بر پذیرش SDN و NFV از دید راهکارهای امنیت سایبری با هدف ارائه امنیت به عنوان یک سرویس در یک محیط توسعه یافته مخابراتی پرداختند[۲۵]. چارچوب SHIELD از SDN و NFV (مجازی سازی توابع شبکه) برای طراحی و توسعه یک چارچوب جدید امنیت سایبری با قرار دادن ابزارهای امنیتی مجازی در شبکه (توابع امنیتی مجازی-vNSFs) بصورت پویا و تجزیه و تحلیل کلان داده‌ها برای تشخیص و کاهش حوادث در زمان واقعی استفاده می کند. توابع امنیتی شبکه بصورت مجازی (vNSF)، نمونه‌های نرم افزاری از وسایل امنیتی را ارائه می‌دهد که می‌توانند به صورت پویا در زیر ساخت شبکه مستقر شوند. داده‌ها و گزارشات مربوط به vNSF ها جمع‌آوری شده و در یک پلتفرم سیستم تشخیص و پیشگیری از نفوذ اطلاعات (IDPS) به نام DARE[۲] که دارای اجزای تحلیلی است و قادر به پیش بینی آسیب پذیری ها و حملات خاص هستند، جمع‌آوری می‌شوند. هدف این مقاله ارزیابی و اولویت‌بندی عوامل مهم فنی، اجتماعی و اقتصادی است که انتظار می‌رود بر استقرار و پذیرش راه حل SHIELD (راه حل های امنیت سایبری NFV/SDN) و بازار آن بطور کلی تأثیر بگذارند. این ارزیابی از طریق تعدادی نظرسنجی انجام شده و با استفاده از چارچوب فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)، معیارها مورد مقایسه و الویت دهی قرار گرفته‌اند. برای این منظور معیارها و زیر معیارهای موثر در دستیابی به هدف از طریق مصاحبه و یا بحث گروهی با کارشناسان درون کنسرسیوم تعیین شده است. سپس سلسله مراتب چند سطحی ساخته می‌شود که شامل سه سطح است. در سطح اول، هدف مورد بررسی است که در این تحقیق عواملی موثر بر پذیرش بازار و تکامل راه حل SHIELD می‌باشد. در سطح دوم، معیارهای موثر بر هدف (Cri) است. در سطح سوم، معیارها به معیارهای فرعی مربوطه تجزیه و تحلیل می شوند(SCrij). زیر معیارها نشان دهنده ویژگی خاصی است که یک معیار را مشخص می‌کند. به این

[۱] Venkatesh

[۲] Data Analysis and Remediation Engine

ترتیب ۶ معیار اصلی به شرح زیر مطرح شده است[۲۵]: توانمند ساز فناوری C۱: فناوری های بنیادی (به عنوان مثال ابر، SDN/NFV ، کلان داده، منبع باز) که بر روی آن پلت فرم تو سعه یافته ا ست. اطلاعات امنیتی و مدیریتی رویدادها[۱] C۲ : مانند ویژگی ها، قابلیت‌هایی مانند تجزیه و تحلیل رفتار کاربر، تجزیه و تحلیل پیشرفته و کاهش تهدید. ویژگی های پلتفرم C۳: سایر ویژگی‌ها برای امنیت ارزش افزوده، مانند پشتیبانی از خدمات شخص ثالث، صادرات داده‌ها و زیرساخت‌ها و گواهی خدمات. عملکرد C۴: جنبه‌های عملکرد، مانند عملیات بصورت بلادرنگ، امنیت بعنوان سرویس[۲] شامل در دسترس بودن زیاد و پ شتیبانی چند تهدید. جنبه‌های تجاری/ا ستراتژی C۵: م سائل مربوط به بازار و مسائل مربوط به چند تهدید. جنبه های تجاری/ا ستراتژی C۵: م سائل مربوط به بازار و م سائل مربوط به انطباق با استانداردهای فناوری نظیر مدل‌های تجاری جدید، هزینه‌های پیاده سازی و عملیاتی منعطف، انطباق با سیا ست‌ها و حریم خ صو صی داده . سهولت ا ستفاده C۶: عوامل ت سهیل کننده استفاده از پلتفرم، مانند گردش کار از پیش انتخاب شده، ماژولار بودن و سادگی استقرار. سلسله مراتب، معیارها و زیر معیارها توسط شرکای SHIELD تعریف شد. دعوت نامه‌ها به همه شرکای پروژه و همچنین مشتریان و متخصصان ارسال شد تا ترکیبی متعادل از ذینفعان بین SME ها، موسسات تحقیقاتی، دانشگاه ها، اپراتورهای ISP صنعت و سازمان‌های دولتی از کشورهای مختلف اروپایی (فرانسه، یونان، لوکزامبورگ، پرتغال، ا سپانیا، ایتالیا و انگلستان) وجود دا شته با شد. تخ صص اصلی افرادی که پاسخ داده اند عمدتاً در زمینه فناوری (۷۰٪) و در مرحله بعد در کسب و کار (۳۰٪) می‌باشد. پرسشنامه‌ها بصورت آنلاین در مدت ۱ ماه انجام و تکمیل شد. با مجموعه نهایی۲۶ پر س شنامه که ۵ پر س شنامه بدلیل نا سازگاری حذف شدند. مقایسه زوجی تو سط وب انجام شد. این پلت فرم وب با استفاده ازLime Survey ، که توسط incites میزبانی شده پیاده سازی شد. از آنجا که Lime Survey ماژول‌هایی را برای انجام FAHP در نظر نگرفته است، محاسبات لازم با استفاده از MATLAB انجام شد و منجر به برآورد وزن‌ها شد که اهمیت معیارها و زیر معیارها را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج بدست آمده از نظرسنجی، به نظر می‌رسد عملکرد مهمترین معیاری است که بر پذیرش بازار SHIELD تأثیر می‌گذارد . مهمترین معیارهای بعدی سهولت استفاده و ویژگی‌های پلتفرم هستند، و بعد از آن جنبه های تجاری/استراتژی، قابلیت های SIEM و قابلیت های فناوری[۲۵].

درتحقیق دیگر[۲۶] برروی پارامتر های تاثیر گذار بر پذیرش فناوری SDN در شبکه‌های تحقیقاتی و آموزشی مطالعات جامعی انجام پذیرفته است و در کنفرانس سیستم‌های اطلاعاتی آمریکا مدل نظری را با استفاده از تلفیق مدل پذیرشDOI[۳] و چارچوب TOE[۴] برای شبکه‌های REN[۵] ارائه نموده اند. لازم به ذکر ا ست REN ها فراهم کنندگان سرویس اینترنت خاص منظوره و غیرتجاری ه ستند. سوال ا صلی تحقیق "چه مواردی باعث ترویج یا توقف پذیرش SDN تو سط REN ها می شود" می‌باشد. مشکلات و موانعی که در این تحقیق مطرح شده است عبارتند از پارادایم پذیرش SDN بسیار کند و آهسته است، علیرغم مزایای پیشنهادی برای بهبود کارایی که این فناوری ارائه می‌نماید. مدل نظری ارائه شده در این تحقیق دارای چهار بعد: ۱)منابع انسانی (با مولفه‌های نظر مدیران، مهارت تیمی)، ۲)فناوری SDN (با مولفه‌های مزیت ها، سازگاری، پیچیدگی، قابلیت ت ست و آزمون، امنیت)، ۳) سازمان (با مولفه‌های اندازه و منابع سازمان، قلمرو و گستره فعالیت ها درسطح جهان ،کاربران شبکه)، ۴)محیط (با مولفه‌های سیاستهای قانونی، پشتیبانی فناوری) می‌باشد[۲۶].

درخصوص پذیرشSDN و مجازی سازی فراهم کنندگان سرویس‌های مخابراتی نیز تحقیقی انجام پذیرفته ا ست[۲۷]. در این تحقیق با بیش از ۱۴ فراهم کننده سرویس در ج هان م صاحبه نموده وم شخص گردیده ا ست. مهمترین محرک برای بکارگیری SDN و مجازی سازی پارامتر چابکی در ارا ئه سرویس‌های نوین است. این درحالی است که اکثر مقالات ماقبل بیشتر پارامتر کاهش هزینه‌ها را بعنوان مهمترین عامل برای بکارگیری SDN مطرح می‌کرده‌اند. در همین تحقیق سه راهکار پذیرش فناوری SDN مطرح گردیده است که عبارتند از: تکامل

[۱] SIEM: Security information and event management
[۲] SECaaS
[۳] Diffusion of Innovation Theory Model
[۴] Technology, Organization, and Environment framework
[۵] Research and Educational Networks

فناوری[۱] با ۲۹٪، سرویس‌های منجربه نوآوری[۲] با ۲۱٪، تحول سازمانی با ۵۰٪ اثرگذاری در پذیرش فناوری SDN [۲۷].
همچنین مطرح گردیده است تکامل فناوری رایانش ابری تأثیر بسزایی در پذیرش شبکه‌های SDN داشته است[۲۸]. پذیرش سریع رایانش ابری نیاز به تغییر تکنولوژی قدیمی و فناوری MPLS را ایجاد کرده است[۲۸]. با تکمیل تغییرات انقلابی در ساختارهای ذخیره سازی و محاسبات، ساختارشبکه‌های ارتباطی در حال تغییر از معماری سنتی به شبکه تعریف شده با نرم افزار است. فناوریSDN، با مزایای خود نسبت به شبکه‌های سنتی، با گرایش‌های تحول دیجیتال شرکت‌ها هماهنگ است. نرم افزارسازی فناوری در همه سطوح به صنعت نفوذ کرده است و در آینده فناوری مدرن گامی به سوی مجازی سازی خواهد بود[۲۸]. شرکتها و سازمان‌ها ازطریق گرایش به انعطاف پذیری، چابکی و مقیاس پذیری راه حل های مبتنی بر نرم افزار جذب می شوند و بنابراین مشتاق تطبیق و پذیرش آن خواهند شد. مانیکام نیز مطرح می‌نماید سه دلیل اصلی وجود دارد که منجر به رشد چشمگیر SDN در بازار شده است[۲۸]. در مرحله اول، پیچیدگی عظیمی که در مراکز داده و شعب سازمانی با وابستگی به سخت افزار برای عملکردهای مختلف وجود داشت که هزینه، استقرار، مدیریت و پشتیبانی آن بسیار دشوار بود. ثانیاً، ناتوانی معماری شبکه سنتی در پشتیبانی از مهاجرت به ابر و سوم، نیاز به بهبود عملکرد برنامه ها، به ویژه برنامه‌های کاربردی بصورت بلادرنگ. مراکز داده اولین بخش هایی بودند که از قابلیت های SDN به عنوان راه حلی برای نیازهای شبکه خود استفاده کردند. برای مثال، VMWare، Cisco، Juniper Networks در پذیرش SDN پیشتاز بودند[۲۸]. به غیر از ارائه دهندگان Cloud ، ارائه دهندگان مخابراتی نیز گذر به SDN را اعلام کرده اند. راجا پا[۳]، مدیر Tata Elxsi مطرح می‌نماید: "برخی از جدیدترین گرایش های فناوری که باعث پذیرش SDN می شوند فناوری هایی نظیر5G، IOT ، برنامه‌های کاربردی، Cloud Native، Edge Computing و کلان داده ها هستند. فناوری SDN بیشتر به عنوان توانمندساز برای ارائه سریع خدمات شناخته می شوند و مجازی سازی، محاسبات توزیع شده، میکرو سرویس ها و ارکستریشن آنها به سرعت پذیرش آنها دامن می‌زند"[۲۸]. شرکت بین المللی داده IDC[۴] شش انگیزه و محرک برتر برای پذیرش SDN را برشمرده است که شامل کنترل مبتنی بر خط مشی و بهینه سازی WAN ، چابکی و انعطاف پذیری شبکه، هزینه بهینه شده، امنیت پایدار، افزایش بهره وری عملیاتی و استقرار سریعتر می‌باشد[۲۸]. فناوری SDN کنترل شبکه را بر روی یک سیستم متمرکز می‌کند. به این ترتیب کنترل SDN به نقطه مرکزی تبدیل می‌شود که از آنجا می‌توان امنیت، سیاست‌ها، نگهداری، مدیریت و سایر جنبه‌های مهم را کنترل و به طور مداوم در سراسر شبکه سازمانی توزیع کرد[۲۸]. کنترل متمرکز سایر نقاط دسترسی را از بین می برد، بنابراین شبکه ای را که قبلاً دارای چندین ورودی بود ایمن می‌کند. شاید امنیت متمرکز مزیت کلیدی باشد که شرکت‌ها را به سمت فناوری SDN می‌کشاند. همچنین توسط IDC مطرح شده "SDN به سرعت در حال تبدیل شدن به بخشی جدایی ناپذیر از استراتژی شبکه سازمانی است زیرا در تقریباً ۶۵٪ از سازمانها قبلاً پیاده سازی شده است یا قصد دارند SDN خود را در محوطه دانشگاه، شعب و مراکز داده خود در ۱۸ ماه آینده پیاده‌سازی نمایند"[۲۸]. فناوری SDN به عنوان بهترین راه حل ممکن در تطابق با فناوری فعلی مطرح شده است. یکی دیگر از عواملی که مطرح می‌شود ، افزایش قابلیت mobility کاربران مابین شرکت‌ها و سازمان‌هاست که برای عملیات ساده نیاز به دسترسی سریع دارند. کاهش هزینه‌های Capex و Opex راه حل‌های SDN یکی دیگر از نیروهای کلیدی پشت تقاضای بالای SDN در بازار است[۲۸]. با ورود فناوری‌های نسل بعدی به بازار، هر بخش از صنعت با آن در حال پیشرفت خواهد بود. یکی از حوزه‌های کلیدی ورود به سیستم تحول دیجیتال استفاده از SDN به عنوان زیر ساخت‌های شبکه عصر جدید است. تغییر اساسی در معماری شبکه، فضا را برای پذیرش فناوری‌های دیگر مانند کلان داده، IoT و اتوماسیون باز می‌کند و بدین ترتیب آن را با بخش‌های دیگر مانند ذخیره سازی و محاسبات ابری در سطح برابر قرار می‌دهد. و بنابراین، شرکت بصورت یک کل تکامل می یابد[۲۸].

[۱] Technology Evolution
[۲] Service-led Innovation
[۳] Rajappa
[۴] International Data Corporation

در تحقیقی با عنوان راهکارهای عملی پذیرش فناوری SDN مطرح شده است که فناوری SDN مزایای زیادی نسبت به شبکه‌های سنتی دارد، با این حال به دلایل متعدد مورد پذیرش گسترده سازمان‌ها قرار نمی‌گیرد[۲۹]: ۱)محدودیت‌های بودجه: سازمان‌ها اغلب تمایلی به سرمایه گذاری بیش از حد در یک زمان در فناوری جدیدی که نیاز به تجدید تجهیزات دارد، ندارند. ۲)عملکرد و قابلیت اطمینان: رویکرد متمرکز SDN بار محاسباتی بالایی را بر روی سرور میزبان کنترلر ایجاد می‌کند، که به یک نقطه احتمالی خرابی تبدیل می‌شود. برای مقابله با آن، یک دسته از کنترلرها بعنوان کنترلرهای پشتیبان و توزیع پردازش کار درنظرگرفته می‌شوند. با این وجود، عملکرد و قابلیت اطمینان پایین‌تر از سطح کنترلی توزیع شده سنتی است.۳)مقیاس پذیری: ماهیت متمرکز رویکرد SDN (حتی اگردر سطح منطقی با شد) نگرانی‌های زیادی را در مورد کاربرد آن در شبکه‌های بزرگ ایجاد می‌کند.۴)سطح بلوغ: پارادایم SDN برخلاف فناوری‌های قدیمی شبکه هنوز به اندازه کافی بالغ نشده است. ۵)فقدان متخصص و نیروی انسانی خبره[۲۹]. در مورد استقرار کامل SDN، باید تحقیقات اصلی بر روی ویژگی‌های اصلی SDN مانند اتصال به شبکه، امنیت و مدیریت متمرکز شود. در مورد استقرار افزایشی SDN، اپراتورهای شبکه می‌توانند به طور تدریجی SDN را در سازمان خود مستقر کنند و از جایگزینی تجهیزات سنتی (قدیمی) به طور همزمان اجتناب کنند[۲۹]. یکی از روش های ممکن، که به عنوان SDN " ترکیبی" شناخته می‌شود، استقرار تعداد محدودی از دستگاه‌های SDN به همراه دستگاه‌های سنتی است. این راه حل انتقال از دستگاه‌های قدیمی به دستگاه‌های SDN را آسان می‌کند زیرا یک اپراتور شبکه می‌تواند به تدریج دستگاه‌های SDNبیشتری را مستقر کرده و تأثیر آن را در عمل ارزیابی کند. برای پذیرش عملی SDN، تضمین هم افزایی مابین سوئیچ‌های قدیمی، سوئیچ‌های SDN و کنترلر باید چالش‌های بسیاری پاسخ داده شود[۲۹].

درمقاله ای، برخی عوامل مهم موفقیت که می‌تواند در پذیرش SDN به عنوان یک رویکرد کارآمد برای مدیریت شبکه‌ها کمک کند، عبارتند از[۳۰]: قابلیت اطمینان، چابکی، قابلیت دسترسی، توسعه پذیری، قابلیت برنامه پذیری، امنیت، توان، قابلیت حرکت، سادگی، کارایی، ارکستریشن و قابلیت مشاهده. دراین تحقیق مهمترین عوامل قابلیت برنامه پذیری، امنیت، کارایی و مقیاس پذیری شناسایی شده اند[۳۰].

کاربرد شبکه‌های نرم افزار محور بر امنیت شبکه‌های کامپیوتری مورد بررسی قرار گرفته است[۳۱]. روش این پژوهش کتابخانه‌ای بوده است و با بررسی کامل مطالعات انجام شده در زمینه کاربرد شبکه‌های نرم افزار محور تحلیل خود را انجام داده است. نتایج مطالعه نشان داده است که افزایش و توسعه بسیار سریع SDN در بخش‌های مختلف در نتیجه مزیت‌هایی چون امنیت شبکه، تشخیص حمله ها و اقدامات برای خنثی سازی، کنترل ترافیک، پیکربندی و مدیریت خط مشی و تغییر سرویس و مواردی از این قبیل می‌باشد[۳۱].

بررسی فرصت‌های حاصل از برنامه‌های کاربردی شبکه‌های حسگر بی سیم مبتنی بر SDN برای مدیریت کارآمد شبکه مورد بررسی قرار گرفته است[۳۲]. این مقاله مروری، چالش‌های برنامه کاربردی که بوسیله WSN ها برای محیط‌های نظارت شده پیشنهاد شده و نیز فرصت‌هایی را که می‌تواند در برنامه‌های WSN با استفاده از SDN تحقق یابد، برجسته (متمایز) می‌کند. همچنین یک استراتژی برای شبکه حسگر بی سیم مبتنی بر نرم افزار (SDWAN) به عنوان تلاشی برای بهبود برنامه‌های کاربردی در محیط‌های نظارت شده، پیشنهاد داده شده است[۳۲].

کاربرد شبکه‌های مجازی نرم افزار محور در [۳۳] مورد مطالعه قرارگرفته است.

فاکتورهای موثر بر پذیرش شبکه‌های نرم افزار محور، وضعیت کنونی و آینده آنها در [۳۴] مورد بررسی قرار گرفته است. این مطالعه به صورت کمی بوده و ابزارجمع‌آوری اطلاعات نظرسنجی آنلاین بوده است. نتایج مطالعه نشان داد که اکثر سازمان‌ها در آینده‌ای نزدیک معماری SDN را می‌پذیرند. از جمله عواملی که مانع پذیرش SDN می‌شود، شامل چالش‌های یکپارچه سازی SDN با شبکه‌های قبلی، عدم بلوغ کافی راه حل های معمول، و عدم بلوغ Open Flow بوده است[۳۴].

طی تحقیقی که با کارشناسان شرکت اینتل[۱] انجام پذیرفته است، پذیرش SDN توسط موسسات بررسی شده است[۳۵]. در این مطالعه که نظرات توسط خود کارشناسان شرکت اینتل

[۱] Intel

داده شد مزیت‌های SDN را شامل تسریع مهیا سازی سرویس، ایجاد شبکه سرویس خودکار راحت‌تر، و کاهش هزینه سرویس عنوان کردند. همچنین عواملی مانند اندازه موسسه، درک صحیح از کارایی SDN و قدرت سازگاری و برداشتن موانع به عنوان عوا مل موثر بر پذیرش و قبول SDN گزارش شده است[۳۵].

توسعه، پذیرش و روند تحقیقات درزمینه فناوری SDN در [۳۶] بررسی شده است. در این خصوص دلایل بکارگیری SDN، موضوعات مربوط به پیاده‌سازی آن نظیر کارایی، میانکاری، امنیت و تو سعه پذیری را برر سی نموده و سپس جایگاه SDN در پردازش ابری، شبکه‌های موبایل نسل پنجم و مسیر آینده SDN در گذر به شبکه‌های اطلاعات محور با SDN را مطرح نموده ا ست. درخصوص پذیرش معماری SDN عنوان می‌نماید که خطرات درک شده در ارتباط با بکارگیری SDN مانع از پذیرش آن در مقیاس بزرگ شده است. برخی از چالش‌های این فناوری را چالش‌های امنیتی و عدم میانکاری محصولات مختلف مبتنی بر SDN مطرح نموده ا ست. ترس‌ها بی‌اساس نیستند و باید از طریق تضمین‌های دانشگاهی و همچنین تعهدات صنعت برطرف شوند. محقق عنوان می‌نماید که باوجود تمام مواردی که مطرح گردیده ا ست، بسیاری معتقدند که SDN اکنون آمادگی لازم را برای بکارگیری گسترده دارد[۳۶].

بررسی و اندازه‌گیری عوامل موثر در پذیرش محاسبات ابری به عنوان بخ شی از خدمات دولت الکترونیک در ک شورهای در حال توسعه تحقیق دیگیری است که در این زمینه انجام پذیرفته است. در این تحقیق بر اساس ادبیات تحقیق و مدل‌های پذیرش فناوری اطلاعات، با ا ستفاده از روش تحلیل عاملی اکت شافی، به شناسایی متغیرها پرداختند. در این مطالعه ۲۶ نفر از کارکنان ۵ سازمان دولتی بزرگ در یمن، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که دانش مناسب، میزان رقابت، تناسب نوآوری، حمایت مدیریت ارشد سازمانی، امنیت اطلاعات، مهارت‌های فناوری اطلاعات، زیر ساخت‌های فناری اطلاعات، بازده سرمایه گذاری، نقش مهمی در این بین دارند.

درخ صوص industry۴ و اهمیت نوآوری در پذیرش محا سبات ابری مابین SME ها در مالزی تحقیقی انجام پذیرفته است[۳۷]. در این تحقیق از مدل پذیرش فناوری (TAM) که توسط دیویس (۱۹۸۹) و نظریه نوآوری انتشارات (DOI) راجرز (۱۹۹۵) تو سعه یافته بود، ا ستفاده شده ا ست. متغیرهای مزیت نسبی (به عنوان درجه ای که تصور می شود یک نوآوری به یک سازمان منفعت می رساند در مقایسه با فناوری موجود اشاره می‌کند)، سازگاری (میزان سازگاری فناوری جدید با فناوری‌های فعلی، ارزش ها، تجربیات قبلی و نیازهای بالقوه یک سازمان تعریف می شود)، پیچیدگی (به عنوان سطح د شواری هر کار در نظر گرفته می شود) از مدل DOI درنظرگرفته شده ا ست که برروی متغیرهای سهولت استفاده و سودمندی درک شده از مدل TAM تاثیرگذار هستند[۳۷]. بدین منظور، از پر سشنامه‌های پیمایشی برای جمع‌آوری داده‌ها در بین SME های تولیدی و خدماتی داخلی استفاده شد. در مجموع ۱۱۴ پاسخ از بخش‌های تولید و خدمات در مالزی جمع‌آوری شد. پاسخ دهندگان از طریق نمونه‌گیری غیر احتمالی از تعداد کل مو سسات SME ثبت شده در مالزی، شنا سایی شدند[۳۷]. تجزیه و تحلیل داده‌ها با قرار دادن نتایج نظرسنجی در ارزیابی با استفاده از SPSS انجام شد و پس از آن از معادلات ساختاری (SEM) با استفاده از Smart-PLS v.۳، ارزیابی‌ای انجام شد تا عوامل مهم نوآوری در پذیرش رایانش ابری در میان SME های مالزی مشخص شود. مطابق با تجزیه و تحلیل داده‌ها سهولت استفاده و سودمندی درک شده رابطه معنی داری با قصد پذیرش داشتند. سودمندی درک شده دارای تأثیر واسطه‌ای بین سازگاری و توجه به پذیرش است، در حالی که سهولت استفاده، میانجی پیچیدگی و قصد پذیرش است. در مقابل، مزیت نسبی هیچ رابطه معنی داری در تعیین پذیرش رایانش ابری نشان نداد[۳۷].

عوامل داخلی و خارجی پذیرش محاسبات ابری در شرکتهای شهر ازمیر ترکیه با ا ستفاده از ترکیبی از مدلهای DOI و TOE در[۳۸] پرداخته شده است. پارامترهای مزیت نسبی (شامل مو ضوعات امنیتی، صرفه جویی هزینه‌ها)، پیچیدگی، سازگاری از مدل DOI که بر پذیرش محا سبات ابری تاثیرگذار هستند. از مدل TOE پارامترهای فنی (شامل آمادگی فنی)، بستر سازمانی (پشتیبانی مدیران ارشد، اندازه شرکت)، بستر محیطی (فشاررقابتی، پشتیبانی قوانین) که بر پذیرش محاسبات ابری تاثیرگذار هستند[۳۸]. نظرسنجی در ازمیر انجام شد که سومین شهر پرجمعیت ترکیه است. پرسشنامه‌ای از ادبیات با ۲۵ سوال تهیه شد. ۲۱ مورد از ۲۵ سوال اندازه گیری مقیاس لیکرت بود

که در سطوح مختلف از "کاملاً مخالفم" تا "کاملاً موافقم" استفاده شد. ۴ سوال از ۲۵ سوال در مورد ویژگی‌های شرکت ازمیر شامل اندازه شرکت، بخش، محدوده بازار و تصمیمات فناوری اطلاعات بود. داده‌ها با انجام پرسشنامه آنلاین از طریق فرم‌های گوگل جمع‌آوری شدند. ۵۰۶ شرکت از اتاق بازرگانی ازمیر انتخاب شدند و برای جمع‌آوری اطلاعات به آنها ایمیل ارسال شد[۳۸]. ۱۷۶ شرکت معتبر پاسخ دادند. داده‌ها از شرکت‌های ابر ۵۶,۸٪ و شرکت‌های غیر ابر ۴۳,۲٪ جمع‌آوری شد. در مرحله اول، آزمون‌های قابلیت اطمینان و اعتبار برای مدل اندازه‌گیری و سپس مدل اندازه‌گیری شده برای استفاده در مدل ساختاری ارزیابی شد. برای ارزیابی مدل تحقیق از مدل سازی معادلات ساختاری (SEM) استفاده شد. برای به دست آوردن نتایج فرضیه از تکنیک تحلیل عاملی تأییدی استفاده شد که در این خصوص از نرم افزار SmartPLS ۳,۰ استفاده می‌شود. نتایج نظرسنجی نشان داد که پیچیدگی و پشتیبانی مدیریت عالی برای پذیرش کارآمد محاسبات ابری بسیار مهم است. همچنین عوامل محیطی مانند فشار رقابتی و حمایت نظارتی و آمادگی فنی و اندازه شرکت باید مورد توجه قرار گیرند[۳۸].

پذیرش فناوری کلان داده‌ها توسط SME ها نیز بررسی گردیده است[۳۹]. در این مطالعه از مدل پذیرش TOE استفاده شده و شامل پارامترهای فنی (مزیت نسبی، سازگاری، پیچیدگی، عدم قطعیت و ناامنی، قابلیت آزمون، مشاهده پذیری)، پارامترهای سازمانی(پشتیبانی مدیران، آمادگی سازمانی)، پارامترهای محیطی(فشار سازندگان، پشتیبانی خارجی از سازندگان تجهیزات، درجه بالای نظارتی) است که بر پذیرش فناوری Big Data تاثیرگذار هستند که خود بر عملکرد مالی و عملکرد بازار تاثیر خواهد داشت[۳۹]. به این ترتیب که تکنیک‌های BDA می‌تواند برگشت سرمایه گذاری یک شرکت یا انجام فرایند خرید تجارت الکترونیکی را افزایش دهد که در نهایت فروش و درآمد شرکت‌ها را افزایش می‌دهد. همچنین برنامه‌های کاربردی BDA سازمان‌ها را قادر می سازد تا از ارزش‌های پنهان داده‌های بزرگ برای تصمیم گیری بهتر، قابلیت های پویا و فعالیت‌های نوآوری و استراتژی های بازاریابی به نحو احسن مدیریت و استفاده کنند. شرکتهای کوچک و متوسط در بخشهای تولید که BDA را پذیرفته بودند، جمعیت این مطالعه را تشکیل می دهند[۳۹]. پیوند نظرسنجی آنلاین از طریق ایمیل برای مدیران شرکت‌ها ارسال شد. از ۵۰۰ پاسخ دهنده بالقوه، در مجموع ۱۸۲ پاسخ بازگردانده شد. از ۱۸۲ پاسخ، ۱۱مورد ناقص بودند یا معیارهای ورود را برآورده نمی‌کردند و ۱۷۱ پرسشنامه قابل استفاده باقی ماند. نسخه پیش نویس پرسشنامه توسط سه دانشگاهی و دو کار شناس BDA از صنعت پیش آزمون شد. بر اساس ورودی های آنها، پرسشنامه مورد بازنگری قرار گرفت و برای مطالعه آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. کلیه سازه ها الزامات آستانه را برآورده می‌کنند و اعتبار همگرا قابل قبول را نشان می‌دهند[۳۹]. نتایج نشان داد که پیچیدگی و عدم قطعیت و ناامنی تأثیر منفی بر پذیرش BDA دارند. علاوه بر این ، تأثیرات مثبت قابلیت آزمون ، مشاهده پذیری ، پشتیبانی مدیریت ارشد ، منابع سازمانی ، و پشتیبانی خارجی در پذیرش BDA پشتیبانی می‌شود. اثرات مزیت نسبی ، سازگاری ، فشار رقابتی و مقررات دولتی پشتیبانی نمی‌شود. علاوه بر این ، نتایج نشان داد که عملکرد مالی و عملکرد بازاریابی به طور مثبت تحت پذیرش BDA قرار گرفت[۳۹].

عوامل موثر بر پذیرش فناوری بلاک چین نیز انجام پذیرفته است[۴۰]. این مطالعه یکی از اولین نمونه‌هایی است که به صورت استقرایی یک مدل پذیرش را برای بلاک چین و همچنین برای برنامه‌های کاربردی حسابداری با مبانی نظری چارچوب فناوری-سازمان-محیط (TOE) بررسی کرده است، که با متغیری برای اعتماد بسط داده شده است[۴۰]. ابتدا یک مرور جامع ادبیات انجام شد. نتایج آن با استفاده از روش کدگذاری گسترش یافت، و بر اساس آن عوامل موثر شناسایی شده و مدلی برای پذیرش توسعه داده شد. مدل درنظرگرفته شده شامل پارامترهای فنی (مزیت نسبی، عدم قطعیت)، پارامترهای سازمانی(پشتیبانی مدیران، آمادگی سازمانی)، پارامترهای محیطی(فشار رقابتی، محیط قانون گذاری، صنعت) و اعتماد است که به چارچوب TOE افزوده شده است[۴۰]. این تحقیق از لحاظ هستی شناختی، شرکت را به عنوان واحد مطالعه در نظر می گیرد. ازنظر معرفت شناسی از آنجا که این تحقیق از نوع استقرایی و اکتشافی است، تحقیقات کیفی مناسب‌ترین در نظرگرفته شد[۴۰]. از مصاحبه‌های کیفی نیمه ساختار یافته برای تجزیه و تحلیل، تأیید و ارائه بینش عمیق تر در مورد عوامل شناسایی شده استفاده شده است. متن مصاحبه تا حدی بر اساس مطالعات قبلی تهیه شده است، سپس بر روی دو شرکت کننده اولیه بررسی و آزمایش شد. از خروجی برای بازنگری اسکریپت مصاحبه نهایی استفاده شد. بخش اول

مصاحبه شامل سوالات در مورد سابقه شرکت بود و سپس سطح آگاهی در مورد بلاک چین و تأثیر عوامل TOE در پذیرش آن را دربرداشت[۴۰].

مدلی برای پذیرش فناوری IOT با توجه به ارزیابی رفتار مصرف کننده نسبت به محصولات اینترنت اشیا و برنامه‌های کاربردی ارائه شده است[۴۱]. در ارائه مدل از مدل پذیرش TAM استفاده شده است و عنوان آن را IOTAM مطرح کرده اند. پارامترهای مدل شامل مشخصات کاربر(مدل شخصیتی کاربر و سن)، مقاومت در برابر سایبر، ابزارهای شناختی، اثر اجتماعی، اعتماد است که بر سودمندی درک شده و سهولت استفاده بعنوان واسطه بر روی نگرش و در نهایت قصد رفتار از مدل TAM تاثیر گذار هستند[۴۱]. در ارائه این مدل هر دو ویژگی‌های روانی و فنی مدنظر قرار گرفته است. برای پاسخگویی به سوالات تحقیق، از پرسشنامه برای جمع‌آوری داده‌ها که شامل دو بخش مشخصات جمعیت شناختی و سازه‌های مدل بود استفاده شده است. این مطالعه از معادلات ساختاری آماری (SEM)و نرم افزار Amos v.۱۶ برای بررسی مدل مفهومی پذیرش اینترنت اشیا استفاده می‌کند[۴۱].

در تحقیق دیگری از یک روش دو مرحله‌ای برای ارائه یک مدل پذیرش فناوری جدید با عنوان BIM[۱] استفاده نموده اند[۴۲]. در مرحله اول، یک مدل پذیرش فناوری BIM با استفاده از روش نظریه داده بنیاد (GT)[۲] توسعه داده شد. سپس در مرحله دوم، از روش سیستم داینامیک برای استخراج یک مدل پویا از روش مفهومی استفاده شده است. این مدل پویا می‌تواند سیاست‌های مختلف را شبیه سازی کرده و ممکن است برای ارزیابی اثربخشی مربوطه مورد استفاده قرار گیرد. در این مطالعه، با استفاده از روش GT، ۵۱۰ کد اصلی ، ۱۱۸ کد ثانویه ، ۵۰ مفهوم و ۱۷ دسته بدست آمد[۴۲]. پس از تعیین روابط بین دسته‌ها از طریق کدگذاری محوری، یک مدل مفهومی مبتنی بر کدگذاری انتخابی ارائه شد. درخصوص GT و استخراج کدها با مصاحبه با ۵ خبره که برخی از آنها متخصص BIM و برخی دیگر متخصص معماری و مهندسین ساختمانی بودند استفاده شده است[۴۲]. راه دوم جمع‌آوری اطلاعات، مرور مقالات قبلی بود. به این ترتیب مدل با پارامترهای آگاهی (شامل نیاز درک شده، نوآوری شخصی، اثراجتماعی) و امنیت موثر بر اعتماد و ریسک درک شده، سودمندی درک شده و سهولت استفاده (شامل کیفیت، شایستگی و کفایت، پیچیدگی فنی) به همراه مقاومت در برابر تغییردر نهایت بعنوان پارامترهایی که بر پذیرش فناوریBIM تاثیرگذارند و همراه با تسهیل شرایط منجر به پیاده سازی فناوری می شوند، تعیین گردیدند[۴۲]. سپس نمودار حلقه علی که نمایش گرافیکی از یک فرضیه پویا ارائه شده برای رفتار پویا ارائه می‌دهد، ایجاد گردید[۴۲]. حلقه‌های مثبت و منفی به ترتیب تسهیل کننده و موانع رشد هستند و عمل متقابل آنها به همراه عوامل دیگر مانند تأخیر در بازخورد و حلقه‌های افزایش، پویایی رفتار را شکل می‌دهد. نمودار موجودی و جریان، نیز که نمایش دقیق تری از مدل شبیه سازی شده است، استخراج گردید. درادامه اعتبارسنجی مدل ارائه شده است. موضوع دیگری که باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد، تأثیر سیاست‌های مختلف بر تغییر رفتار سیستم است که با استفاده از تکنیک MADM انجام پذیرفته است[۴۲].

۴. روش پژوهش

از منظر هدف این تحقیق یک تحقیق کاربردی است. از منظر ماهیت و روش، این تحقیق توصیفی پیمایشی است. از آنجا که مرور تحقیقات پیشین دلالت بر ضعف نظریه‌ها و مدل‌های موجود در خصوص پذیرش فناوری SDN دارد، این تحقیق بدنبال تدوین مدلی در این خصوص می‌باشد. بر این اساس وقتی تحقیقی نیازمند تدوین یک نظریه باشد، باید از راهبردی که ساخت نظریه را تضمین نماید استفاده نمود. به این ترتیب در این تحقیق از روش داده بنیاد که یکی از انواع راهبردهای کیفی تحقیق است، استفاده شده است. هدف نهایی نظریه داده بنیاد را می‌توان تبیین‌های جامع نظری از یک پدیده خاص دانست که در آن داده‌های جمع‌آوری شده در نهایت به مجموعه ای از کدها، مفاهیم و طبقات تبدیل می‌گردد تا نظریه بدست آید.

در این تحقیق ابتدا به بررسی مبانی نظری و تئوریکی مرتبط با مساله تحقیق پرداخته شد. سپس از یک طرف به بررسی سیستماتیک پیشینه تحقیق و از طرف دیگر بر اساس روش نظریه برخاسته از داده به بررسی مستندات و انجام مصاحبه‌های عمیق با مدیران و خبرگان اپراتورهای بزرگ مخابراتی کشور

[۱] Building Information Model

[۲] Grounded Theory

پرداخته شده است. در ادامه با تلفیق نتایج حاصل از این دو روش و با استفاده از کدگذاری باز، محوری و انتخابی به ارائه مدل پارادایمی و اصلاح آن اقدام شده است.

۱،۴. فرآیند جمع‌آوری داده‌های پژوهش

در تحقیق حاضر به منظور جمع‌آوری داده‌های اولیه در بخش کیفی و استخراج کدها سه منبع مختلف درنظرگرفته شده است: ۱) مصاحبه‌های انجام شده ۲) مقالات و مستندات موجود در این حوزه ۳)گزارشات فنی، جلسات و سمینارهای ارائه شده.

۱،۱،۴. جامعه آماری

در تحقیق حاضر محقق به صورت هدفمند جامعه‌ای از خبرگانی را انتخاب نمود که پیرامون موضوع تحقیق اطلاعات غنی داشته و به صورت فردی و یا سازمانی در این حوزه فعالیت یا اطلاعات دارند. به این ترتیب جامعه آماری این بخش را اساتید دانشگاه، مدیران و کارشناسان ارشد شرکت‌های مخابراتی و مرکز تحقیقات مخابرات ایران که کاملاً آشنا به موضوع بودند تشکیل می‌دادند. نمونه گیری بصورت نظری، غیر تصادفی و هدفمند صورت گرفته است و هدف آن بهینه ساختن مفاهیم و مقولات است.

۲،۱،۴. آمار توصیفی مصاحبه شوندگان

با توجه به شیوه گردآوری اطلاعات چنانچه هدف از مصاحبه، اکتشاف و توصیف عقیده ها و نگرش های مصاحبه شونده باشد و نیز با در نظرگرفتن زمان و منابع در دسترس ۱۰ تا ۱۵ نمونه برای مصاحبه کافی خواهد بود که در این تحقیق با ۱۲ نمونه انجام پذیرفت و کدهای اولیه استخراج گردید. به این ترتیب به منظور استخراج داده‌های اولیه ابتدا با ۱۲ نفر از صاحب نظران (۶ نفر اساتید دانشگاه و ۶ نفر از مدیران ارشد و کارشناسان خبره) با مدرک تحصیلی دکتری در رشته های کامپیوتر، مخابرات، برق، صنایع و مدیریت با استفاده از مصاحبه‌های عمیق نیمه ساخت یافته به حالت اشباع رسیدیم. جمع‌آوری داده‌ها تا جایی ادامه پیدا کرده است که محقق در داده‌ها به مرز اشباع برسد و مفاهیم مرتبط با پذیرش SDN تکراری شده و مطلب جدیدی به مدل اضافه نشود. در انتها از میان مصاحبه شوندگان با ۵ نفر از همان خبرگان مطابق جدول ۳ که در این حوزه تخصص‌های زیر را داشتند، کدها نهایی سازی و جمع بندی شده است.

جدول ۳. مشخصات مصاحبه شوندگان

خبرگان	مدرک تحصیلی	تخصص
خبره۱	دکترای کامپیوتر	شبکه‌های ارتباطی- SDN
خبره۲	دکترای مخابرات	شبکه‌های مخابراتی و ۵G- SDN
خبره۳	دکترای برق	شبکه‌های مخابراتی- NFV-Cloud و SDN
خبره ۴	دکترای صنایع	مباحث تصمیم گیری چندمعیاره- پذیرش فناوری- آمادگی الکترونیک
خبره ۵	دکترای مدیریت	مدیریت- مدیریت دولتی و سازمانی

لازم به ذکر است چندنفر از خبرگان بعنوان مشاور بصورت مستقیم با غیرمستقیم با اپراتورهای همراه اول، زیرساخت و فراهم کنندگان خدمات ابری در پروژه های مختلفی همکاری داشته‌اند و درخصوص نیازها و اولویت‌های آنها آگاهی لازم را داشتند.

۲،۴. فرآیند تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش

در این تحقیق تلاش شده است تا مدلی نظری توسعه یابد تا فرآیند پذیرش فناوری SDN را تشریح و تبیین نماید. در این راستا فرآیند تحلیل داده‌ها بدین صورت بوده است که مقوله‌هایی که در مراحل اولیه مورد تجزیه و تحلیل واقع شدند، مبنایی برای طرح سوالات و مصاحبه‌ها شدند. با انجام مصاحبه‌ها و تحلیل داده ها، درک عمیق‌تری در رابطه با تجربه و دانش مصاحبه شوندگان بدست آمد. سپس بین مقوله‌ها و ویژگی‌های شناسایی شده در مرحله اولیه کدگذاری، حرکت رفت و برگشتی انجام شد. مفاهیم جدید که در مصاحبه‌ها شناسایی شدند به مقوله‌های شناسایی شده اضافه شدند تا زمانی که به حد اشباع تئوریکی رسیدند. به این ترتیب ارتباط بین مقوله‌ها و مفاهیم مختلف شکل گرفتند. به این ترتیب تحلیل داده‌های کیفی در سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام شده است.

مرحله‌ی اول: کدگذاری باز

در کدگذاری باز با بررسی دقیق داده‌های جمع‌آوری شده از مصاحبه شوندگان، داده‌های خام مفهوم سازی شده و کدگذاری می شوند[۴۵]. در این پژوهش کدگذاری باز در دو مرحله صورت پذیرفت. کدگذاری اولیه با کدگذاری سطر به سطر، عبارت به عبارت یا پاراگراف به پاراگراف داده‌ها انجام گرفت و به

هرکدام از آن‌ها یک مفهوم یا کد الصـــاق گردید. در کدگذاری ثانویه (مقوله بندی) با مقای سه مفاهیم، موارد م شابه و م شترک در قالب مقوله‌ای واحد قرار گرفت؛ بنابراین انبوه داده‌ها (کدها - مفاهیم) به تعداد مشخص و محدودی از مقوله‌های عمده کاهش یافت. ســـپس این مقوله‌ها در کنار یکدیگر قرار گرفته و به هم ارتباط داده شدند.

کدهای باز از ســـه منبع مختلف درنظرگرفته شـــده اســـت: ۱) م صاحبه‌های انجام شده ۲) مقالات و م ستندات موجود در این حوزه ۳)گزار شات فنی، جلسات و سمینارهای ارائه شده. جامعه آماری درخصـــوص اســـتخراج کدها مرکزتحقیقات مخابرات با محوریت کلیه فناوری‌های نوین در بخش ارتباطات و IT، شرکت ارتباطات زیرساخت (بعنوان تنها متولی شبکه‌های مادر مخابراتی کشـــور و کارگزار ســـیاســـت های حاکمیتی وزارت ارتباطات و ف ناوری اطلا عات و ارا ئه ده نده خد مات په نای با ند و ...)، پژوهشگران دانشگاه مربوط به پروژه‌های مطرح در این خصوص، کارشـــناســـان و خبرگان که در ارائه طرح‌ها و پروژه‌های کشـــور مرتبط با موضوع پژوهش نقش داشتند نظیرطرح ۵G، Cloud، پیاده ســـازی پایلوت SDN و... . محقق داده‌های خام بدســـت آمده را خط به خط بررســـی نمود تا وقایع، حوادث، ایده ها، ا قدا مات، ادرا کات و تعاملات مرتبط را که بصـــورت م فاهیم رمزگذاری شـــده بودند، شـــناســـایی نماید. در این مرحله حدود بیش از هزار کد اولیه ا ستخراج گردید. سپس به منظور ا ستناد پذیری و انتقال پذیری و باورپذیری نتایج که از نظر لینکلن و گوبا ۲۰۱۰ جایگزینی برای روایی و پایایی در تحقیقات کمی می‌باشـــند، توســـط ۵ نفر از خبرگان که در این حوزه تخصـــص بالایی دا شتند مورد برر سی قرار گرفتند. در مرحله دوم کدهای م شابه مورد همپو شانی و یک سان سازی قرار گرفتند و کدهایی که از مســـئله پژوهش غیر مرتبط بودند در یک فرایند رفت و برگشتی چندماهه حذف گردیدند.

به عنوان نمونه ســـازگاری و تعامل با معماری‌های دیگر شـــبکه و شبکه‌های سنتی، فقدان ارکستریتور ا ستاندارد و باز در معماری SDN، نیاز به اســـتقرار چندینSDN کنترلر برای شـــبکه‌های بزرگ، فقدان اســـتاندارد مشـــخصـــی برای بخش‌های مختلف SDN، طولانی بودن فرآیند اســـتاندارد ســـازی، مشـــکلات ارائه SDN بصورت محصول، تردید درخصوص امنیت خود معماری SDN، مشکلات بروزرسانی نرم افزاری، صفحه کنترلی در برابر سخت افزار خاصی نوشته و آزمایش می‌شود، استقرارتعداد بسیار ســـیســـتم‌های نرم‌افزاری، باقی ماندن چالش کنترل و مدیریت حوزه‌ها، لایه‌ها و سازندگان مختلف بصورت عملیاتی، عدم بلوغ کنترلرها و م شکلات نا شی از آن، فقدان اینترفیس ا ستاندارد با مدیریت و با کنترلرهای دیگر، احتمال تاخیر بیشـــتر نســـبت به شـــبکه‌های ســـنتی، عدم وجود دســـتورالعمل‌های تســـت خود معماری SDN و... مواردی ه ستند که در مرحله دوم ا ستخراج کدهای باز (مرحله مقوله بندی) در مقوله کاســـتی های فنی معماری SDN در شـــرایط مداخله‌گر قرار گرفته‌اند. همچنین نقشی که فناوری SDN به منظور کنترل و همراهی مدیریت در فناوری‌های نوین دیگر نظیر کلاد و ۵G ، مجازی سازی، کوانتوم و در خصـــوص مفاهیم دیگر تحول دیجیتال، ایجاد شـــبکه‌های دانش محور، Telco cloud و... خواهد داشت (که در مستندات فنی، گزارش‌ها و سمینارهای اپراتورها بسیار مطرح شده اند) در مقوله توانمندســـاز درمحرک‌های محیطی شـــرایط علی بعنوان محرک و انگیزه‌ای که منجر به پذیرش این فناوری خواهد شـــد مطرح گردیده ا ست. به همین ترتیب در مقوله ف شار سازندگان خارجی کدهای خارج شدن سیستم ها از انحصار شرکتها، تمایل ســـازندگان تجهیزات به عرضـــه فقط کلیه محصـــولات خود، وابســـتگی به فروشـــنده در این طبقه قرار گرفته اند. بســـیاری از ســـازندگان تجهیزات خط مشـــی دوگانه ای را درخصـــوص این فناوری در پیش گرفته اند. از طرفی می خواهند متولیان شـــبکه همواره وابســـته به محصـــول آنها باشـــند و هم از طرفی بدون SDN ادامه حیات زیســـت بوم شـــبکه و تحقق آرمانهایی که دنبال می شود امکان پذیر نخواهد بود. تاکنون ف شار سازندگان تجهیزات تاثیر زیادی بر کند شـــدن روند اســـتانداردگذاری این فناوری داشته است.

در جدول ۴ بعنوان نمونه کدهای نهایی و نظرات خبرگان درخصوص شرایط زمینه‌ای آورده شده است. برمبنای مدل اشتراوس و کوربین درخصوص کلیه ابعاد شرایط علی، پدیده محوری، شرایط مداخله گر، راهبردها و پیامدها جداول مرتبط نظیر جدول ۴ استخراج گردیده است.

جدول ۴. نمونه ای از نظرخبرگان درخصوص شرایط زمینه ای

ردیف	کدهای نهایی	منبع کد
۱	شرایط سیاسی کشور	I2-I4-I5
۲	قوانین	I1-I3-I2-I4-I5
۳	شرایط فنی	I1-I2-I3-I4-I5
٤	شرایط اقتصادی کشور	I1-I2-I3-I4-I5
٥	فشارسازندگان تجهیزات خارجی	I4
٦	محیط بین الملل	I3-I4-I5
۷	فضای کسب و کار اپراتورها	I1-I2-I3-I4-I5
۸	اهداف و استراتژی های اپراتورها	I1-I2-I3-I4-I5
۹	فضای رقابتی اپراتورها	مستندات فنی
۱۰	جایگاه SDN مابین اپراتورها	I1-I2-I3-I4
۱۱	گرایشات مدیران صنعت مخابرات نسبت به SDN	I1-I2-I3-I4-I5

بطورکلی از نظرخبرگان، ازآنجا که SDN یک فناوری زیرساختی شبیه به رایانش ابری و مجازی سازی است که در آن استفاده از این فناوری برای پرسنل سازمان اختیاری نیست، معیارهای فناوری با محوریت سازمانی را به منظور پذیرش SDN برجسته تر میدانستند. درواقع نیت رفتاری برای استفاده از این فناوری را بیشتر متأثر از میزان حمایت سازمانی و منابع حمایتی درنظرداشتند که به عنوان یک فناوری زیرساختی ، معمولاً یک انتخاب فردی برای استفاده نیست بلکه یک تصمیم مدیریتی و یک هدف تحول فناوری برای سازمان است.

در نهایت، مجموعا ۷۳ کد بصورت رفت و برگشتی توسط خبرگان نهایی سازی شده است که در جدول ۵ آورده شده است.

مرحله ی دوم: کدگذاری محوری

کدگذاری محوری فرآیندی اســـت که طی آن داده‌هایی که به مفاهیم و طبقات تجزیه شده بودند، به شیوه جدید مورد بررسی قرار می‌گیرند تا از آن میان بتوان بین یک طبقه و مفاهیم موجود در آن و حتی دیگر طبقات پیوند برقرار کرد. خروجی مرحله کدگذاری محوری شامل ابعاد یا مقوله های اصلی شرایط علی، پدیده محوری، عوامل زمینه ای، عوامل مداخله گر، راهبردها و پیامدهاست[۴۵].

درخصوص شرایط علی دو دسته محرک های محیطی اپراتورها و محرک‌های داخلی اپراتورها شـــناســـایی گردید. درخصـــوص شـــرایط زمینه‌ای بســـترحاکم در محیط دور و محیط نزدیک اپراتورها درنظرگرفته شده است. منظور از محیط دور، شرایطی است که اپراتور هیچ تسلطی برروی آنها ندارد و آگاهی از آنها بر روی تحقق پدیده محوری تاثیرگذار اســـت. محیط نزدیک اپراتورها همان رقبا و ذینفعان دیگر را در بر دارد که استراتژی‌ها و اهداف آنها برروی هم تاثیرگذار است. شرایط داخلی اپراتورها و نیازمندی های معماری SDN بعنوان شـــرایط مداخله‌گر درنظرگرفته شـــده اســـت. در نیازمندی‌های SDN بیشـــتر به کاســـتی های فنی این معماری پرداخته شـــده اســـت که تاثیر بسزایی در راهبردها خواهد داشت. درخصوص راهبردها با توجه به میان رشـــته‌ای بودن موضـــوع تحقیق دو دســـته راهبردهای ســـازمانی که بیشـــتر جنبه مدیریتی دارد و راهبردهای فنی درنظرگرفته شده است. درخصوص پیامدها نیز در سه سطح پیامدها برای کاربران، اپراتورها و حاکمیت و ذینفعان دیگر درنظرگرفته شده است.

جدول۵. کدهای نهایی، مفاهیم و مقوله‌های شناسایی شده

ابعاد/ مقوله های کلی	مفاهیم	کدهای نهایی
شرایط علی	محرک های محیطی اپراتورها	توانمندساز(برای فناوری‌ها یا مفاهیم دیگر)
		استقلال شبکه داخلی
		تطبیق سریعتر با تغییر نیازهای کسب و کار
		پیش بینی های بازار SDN
	محرک های داخلی اپراتورها	دشواری مدیریت و کنترل شبکه فعلی
		آگاهی و درک از مزایا
		کاهش هزینه‌های پیاده‌سازی و عملیاتی و نگهداری
		نیاز به منابع درآمدی جدید
		ناهمگون بودن شبکه فعلی
		نیازکاربران به کیفیت بهتر و سرویس‌های جدید
		سادگی معماری SDN
پدیده محوری	استقرار SDN توسط اپراتورها	نرم افزاری سازی
		تفکیک لایه‌های کاربردی، صفحه کنترلی و ارسال داده
		قابلیت برنامه‌ریزی تجهیزات، اینترفیس ها و کنترلر
		انتزاع و ساده سازی نمای شبکه
		معماری باز
		تجاری سازی محصول
		هوشمندسازی
		هوش کسب و کار
		دانش محور شدن
		فرهنگ سازمانی
شرایط زمینه ای	بستر حاکم در محیط دوراپراتورها	شرایط سیاسی کشور
		قوانین
		شرایط فنی
		شرایط اقتصادی کشور
		فشار سازندگان تجهیزات خارجی
		محیط بین الملل
	بستر حاکم در محیط نزدیک اپراتورها	فضای کسب و کار اپراتورها
		اهداف و استراتژی های اپراتورها
		فضای رقابتی اپراتورها
		جایگاه SDN مابین اپراتورها
		گرایشات مدیران صنعت مخابرات نسبت به SDN
شرایط مداخله ای	شرایط داخلی اپراتورها	جو سازمانی
		توان مالی فعلی اپراتورها
		ساختار مدیریتی اپراتورها

ابعاد/ مقوله های کلی	مفاهیم	کدهای نهایی
		ساختار نیروی انسانی
		نگرش نسبت به SDN درسازمان
		بستر سیستمی و شبکه اپراتورها
	نیازمندیها در معماری SDN	کاستی های فنی معماری SDN
		مهارتهای جدید نرم افزاری، سخت افزاری و منبع باز
		نیاز به تغییرات سخت افزاری
راهبردها	راهبردهای سازمانی	برنامه ریزی
		سازماندهی
		بسیج منابع
		هدایت
		کنترل
		مدیریت تغییر و مدیریت ریسک
		وجود متولی برای SDN
	راهبردهای فنی	توسعه نیروی انسانی با تخصص شبکه و نرم افزار
		خرید پلتفورم های منبع باز
		تهیه کنترلر باز و سفارشی سازی
		مشارکت (همکاری با شرکت‌های خارجی)
		برنامه‌های آموزشی و افزایش آگاهی
		تدارک بسترارائه API های باز به کسب و کارها
پیامدها	کاربران	دریافت سرویس های جدید
		تجربه بهتر کاربران از دریافت سرویس ها
		حریم خصوصی
	اپراتورها	منابع درآمدی و کسب و کاری جدید
		تحول در ارائه و ایجاد سرویس
		بهبود کارایی و عملکرد شبکه
		تحول در مدیریت سرویس
		تحول در مدیریت شبکه
		کاهش هزینه ها
		کاهش نارضایتی کاربران
		بهره گیری از تجهیزات جدید
		نوآوری- پیاده سازی ساده نرم افزاری ایده های جدید
		تحول سازمانی
	حاکمیت و ذینفعان دیگر	کمک به تحقیق و توسعه
		ارتقاء ساختار مخابراتی و ارتباطی کشور
		رضایت مردم از بستر ارتباطی کشور

ابعاد/ مقوله های کلی	مفاهیم	کدهای نهایی
		تسهیل تحقق دولت الکترونیک
		افزایش رقابت سازندگان
		تحقق وعده های فناوری‌های دیگر

مرحله ی سوم: کدگذاری انتخابی

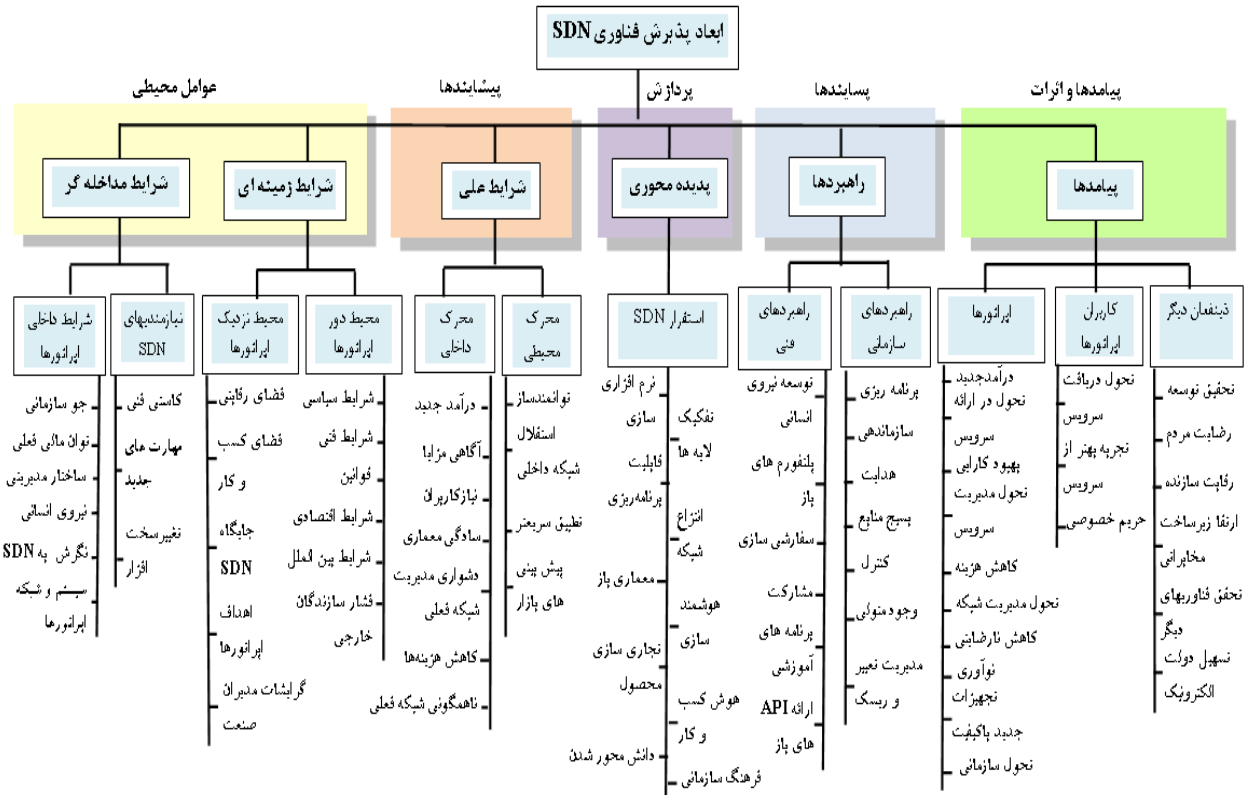
کدگذاری انتخابی نتایج گام‌های قبلی کدگذاری را بکار برده، مقوله اصلی را انتخاب می‌کند و آن را به شکلی نظام‌مند به سایر مقوله‌ها ارتباط داده، ارتباطات را اعتبار می‌بخشد و مقوله‌هایی که نیاز به تصفیه و توسعه بیشتر دارند را توسعه می‌دهد. گام‌های کدگذاری انتخابی عبارتند از: معین کردن خط داستان (مفهومی سازی داستانی است که مطالعه در رابطه با آن انجام می‌شود)، ارتباط مفاهیم به مقوله اصلی از طریق پارادایم، اعتبار بخشی به روابط، پررنگ کردن شکاف های بین مقوله‌ها. گام‌های کدگذاری انتخابی به شکل واضحی از یکدیگر مجزا نیستند وازطریق یک فرایند تعاملی، همراه با کدگذاری بازومحوری انجام می‌شود.

به منظور استناد پذیری و انتقال پذیری و باورپذیری نتایج که از نظر لینکلن و گوبا ۲۰۱۰ جایگزینی برای روایی و پایایی در تحقیقات کمی می‌باشند، در قسمت ۴،۴ به تفصیل آورده شده است.

۳،۴. تحلیلی بر مدل پارادایمی با رویکرد سیستمی

شناخت فرآیند پذیرش فناوری SDN براساس رویکرد سیستمی که می‌بایست دربرگیرنده پیشایندها، فرآیندها، پسایندها و محیط تاثیرگذار برآن باشد، می‌تواند از اهمیت بالایی برخوردار باشد. برای این منظور از مدل پارادایمی اشتراس و کوربین که براساس رویکرد سیستمی می‌باشد، استفاده شده است، تا درخصوص پدیده پذیرش فناوری SDN بتوان پیشایندها (شامل شرایط علی)، فرآیندها (شامل ابعاد پذیرش SDN)، پسایندها (شامل مکانیزم ها)، پیامدها و اثرات و محیط (شامل شرایط مداخله گر و زمینه ای) را شناسایی و کشف نمود. معیار انتخاب مفاهیم در هر یک از ابعاد مدل مطابق با توضیحات زیر و شکل ۱ است:

شرایط علی، عواملی هستند که اپراتورها را ترغیب می‌کنند تا پذیرش فناوری SDN را تحقق بخشند. درواقع عوامل ترغیب کننده و محرک برای پذیرش SDN هستند. شرایط زمینه‌ای، ویژگی‌هایی هستند که در کنترل اپراتورها نبوده ولی آگاهی از آنها می‌تواند منجر به واکنش مناسب اپراتورها و درک چرایی برخی رویدادهای مرتبط با پذیرش فناوری SDN گردد. به عبارت دیگر شرایطی هستند که می بایست برای موفقیت بهتر در اجرای پذیرش فناوری SDN مورد توجه قرار گیرد. شرایط مداخله گر عبارتند از شرایطی که تحت کنترل اپراتورها بوده و بر انتخاب راهبرد های مختلف پذیرش فناوری SDN موثر است. از این رو می توانند انتخاب راهبردها را تسهیل و تسریع کنند. بعد پدیده اصلی اشاره به پذیرش فناوری SDN دارد که موضوع اصلی و مورد سوال این تحقیق می‌باشد. در بعد راهبردها فعالیت های اصلی که می‌تواند در پذیرش فناوری SDN برای اپراتورها راهگشا باشد مدنظر قرار گرفته است. در نهایت دربعد پیامدها، نتایج و پیامدهای مورد انتظار از پذیرش فناوری SDN مورد توجه واقع شده است. پیامدهای مورد انتظاری که می توانند در اثر اجرای فرآیندها، اقدامات و راهبردهای پذیرش فناوری SDN، عاید اپراتورها، کاربران اپراتورها و حاکمیت و ذینفعان دیگر شود.



شکل ۱. مدل پذیرش شبکه نرم افزار محور (SDN) با روش داده بنیاد و رویکرد سیستمی

۴،۴. اعتبار سنجی و روایی و پایایی پژوهش

گال و همکاران مطرح نموده‌اند بین پژوهشگران توافق زیادی بر روی تعیین معیارهای روایی و پایایی در تحقیقات کیفی وجود ندارد. این اختلاف نظر از آنجا ناشی می‌شود که در رویکرد کیفی، بازتاب ذهنی پژوهشگر و تفسیر او از رویدادها و در نظر داشتن زمینه وقوع رویدادها مبنای یافته‌ها را تشکیل می‌دهد. با توجه به متغیر بودن هر دوی این عوامل، انتظار بدست آوردن نتایج پایدار و تکرار پذیر با تعریفی که در فلسفه اثبات گرایی وجود دارد، دور از واقعیت به نظر می‌رسد. لذا در رویکرد کیفی تعریف روایی و پایایی متفاوت می‌باشد[۴۷].

لینکلن و گوبا[۱] از اصطلاحات زیر بجای مفاهیم روایی و پایایی در تحقیقات کیفی استفاده می‌کنند: اعتبار[۲]، اصالت[۳]، قابلیت انتقال[۴]، قابل تأیید[۵].

اعتبار درونی به مفهوم اینکه چگونه یافته‌های تحقیق بر واقعیات منطبق می‌شوند، براین موضوع تاکید دارد که آیا چیزی که مطالعه شده و محقق مشاهده می‌کند همان چیزی است که واقعا وجود دارد[۴۶]. در بخش کیفی از روش مثلثی، مشاهده بلندمدت و بررسی اعضاء برای این منظوراستفاده شده است.

اعتبار بیرونی یا تعمیم پذیری بر این اساس است که یافته های تحقیق را به چه میزان می توان به سایر موقعیت‌ها تعمیم داد. برای تضمین درستی و اعتبار بیرونی در بخش کیفی از راهبردهای زیر استفاده شده است.

- گردآوری داده‌ها ازچندین منبع اطلاعاتی، اعتبار یافته‌ها را تایید می‌کنند (مصاحبه با مدیران، خبرگان دانشگاهی و پژوهشی و کارشناسان اپراتورها، شرکت در سمینارهای تخصصی و ...).

[۱] Lincoln and Guba
[۲] Credibility
[۳] authenticity
[۴] transferability
[۵] confirmability

- با مقایسه دائمی در تحلیل داده‌ها، اعتبار مدل افزایش می‌یابد. با مقایسه دائمی بین مقوله‌ها، مفاهیم، رویدادها، زمینه‌ها و افراد مختلف حاصل شده است.
- پیشگیری از مفروضات ذهنی در نتیجه گیری و حصول اصمینان از نتایج از طریق بازخورد با خبرگان.

برای ارزشیابی نتایج حاصل از مطالعات مبتنی بر روش داده بنیاد، مواردی نظیر قابل فهم و درک بودن مولفه‌ها، صحت مولفه‌ها، تطابق نتیجه بدست آمده با پدیده مورد مطالعه، کنترل شرایط جدید دربررسی پدیده، عمومیت داشتن یافته ها (دربرگرفتن کلیه ابعاد مختلف بوسیله یافته‌های تحقیق)، مدنظر بوده است که با بررسی‌ها و ابزارهای مختلف در مراحل مختلف پیشرفت تحقیق همواره از صاحب نظران و همچنین افراد نا آشنا با موضوع موارد گوناگون واکاوی شده است.

محقق در جمع‌آوری داده‌های خود از گردآوری متن‌ها، عکس از مطالب ارائه شده، ضبط مصاحبه‌ها و ارائه‌ها استفاده کرده است و سپس اطلاعات را دقیقاً پیاده سازی کرده و در نرم افزار تحلیل کیفی مکس کیو دی ای ۲۰۱۲ مورد تحلیل قرار داده است مطابق شکل ۲ و از هیچ داده‌ای در این فرایند چشم پوشی ننموده است.

شکل ۲. نمونه کدگذاری پژوهش توسط نرم افزار MAXQDA

همچنین هم فرایند جمع‌آوری و هم تجزیه و تحلیل توسط چند خبره مرتباً اصلاح و تعدیل شده است و پیش‌نویس اولیه یافته‌های پژوهش در اختیار همکاران پژوهش (اساتید راهنما و مشاور) قرار گرفت. محقق به مقایسه و تطبیق مداوم کدهای استخراج شده و مستندات پژوهش اقدام نمود و تلاش شد تا اصلاحات و نکات لازم در پردازش نهایی اعمال گردد. در نهایت تمام گزینه‌ها مورد تایید واقع شده‌اند.

۵. نتیجه گیری و پیشنهادات

در این تحقیق تلاش شده است تا به تبیین عوامل موثر بر پذیرش فناوری SDN پرداخته شود و این موضوع با رویکرد سیستمی و نظریه داده بنیاد مفهوم سازی شود. مطالعه انجام شده نشان می‌دهد که موضوع مورد بررسی صرفا یک موضوع تک جنبه ای نبوده بلکه مسئله‌ای است پیچیده که جنبه های مختلف فنی، سازمانی، اجتماعی، محیطی و ... برروی آن تاثیرگذار است.

جلب توجه متولیان شبکه به مسئله پذیرش فناوری و به روز کردن دانش موجود در حوزه SDN با تاکید بر مدل های پذیرش، ارائه یک چارچوب جامع و جدید (با تلفیق رویکرد سیستمی و نظریه داده بنیاد) و درنظرگرفتن فرآیندهای مدیریتی در کنار مسائل فنی، ازجمله نوآوری‌های این تحقیق می‌باشد.

لازم به ذکر است زمانی پذیرش فناوری SDN توسط اپراتورها محقق می‌شود که این فناوری برروی بستر شبکه ارتباطی استقرار یابد و بکار گرفته شود. لذا در این تحقیق بیشتر، پذیرش و استقرار فناوری مورد واکاوی قرار گرفته است. درحالیکه مسائل دورانِ پس از استقرارِ فناوری نیز، از اهمیت بالایی برخوردار است به گونه‌ای که هرگونه بی‌توجهی به مسئله یاد شده می‌تواند زمینه‌ای برای تباه شدن نتایج تلاش‌های مراحل پذیرش و استقرار فناوری و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده باشد. به این ترتیب پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی با مدل‌های اشاعه فناوری SDN که شامل پذیرش، استقرار و پس از استقرار می‌باشد، مدل ارائه شده در این مقاله تکمیل‌تر گردد. همچنین پیشنهاد می‌شود پیش نیازها درسطح فردی، سازمانی، صنعت و ملی درنظرگرفته شود.

سطح‌بندی مقوله‌های شناسایی شده جهت پی بردن به درجه اهمیت هر کدام و تست کمی مدل ارائه شده با روش‌های آماری، همچنین شبیه سازی مدل با هدف تعیین تأثیر

سیاست های مختلف بر تغییر رفتار سیستم ازجمله موارد مهمی هستند که در ادامه و به منظور تکمیل موضوع پژوهش می بایست انجام شود.

مراجع

[۱] Bhalani,N.,Chavan,M.,"A Survey On Software Defined Network With ٥G", International Journal of scientific & Technology Research,Volume ۹, March ۲۰۲۰.

[۲] Chung,J.,Donovan,S.,"Advancing Software-Defined Networks: A Survey", IEEE, ۲۰۱۷.

[۳] Mortensen,M.,Abraham,J.,"CSP digital transformation: Leapfrogging Competition via an Agile Transformation Framework", analysys mason, Feb ۲۰۱۸.

[٤] Brinker,S.,Baldwin,J., "Five Trends in Marketing Technology for the Decade of the Augmented Marketer", Marketing Technology Media, ۲۰۲۰.

[٥] Jain,R.,"Trends and Issues in Softwarization of Networks:What's In,What's Out", IEEE Conference On Network Softwarization, Washington University in Saint Louis, Montreal,Canada,June ۲٦،۲۰۱۸.

[٦] Kreutz,D.,Ramos,F.,"Software Defined Networking: A Comprehensive Survey", Proceding of the IEEE, Vol ۱۰۳, Jan ۲۰۱٥.

[۷] Benezekki,K.,"Software-Defined Networks: A Survey", Wiley Online Library, Feb ۲۰۱۷.

[۸] "Dynamic Third Network Connectivity Services Enabled by LSO, SDN and NFV", MEF Survey Report, ٥ Jan ۲۰۱٦.

[۹] "Global Software Defined Networking (SDN) Market Research Report, forecast till ۲۰۲٥", Global Market Insights, ۲۰۱۹.

[۱۰] Sethuraman,K.,"Transport SDN in ONF", ONF Open Transport WG, NEC, March ۲۰۱٦.

[۱۱] Lai,C.," The Literature Review of Technology Adoption Models and Theories for the novelty Technology", Journal of Information Systems and Technology Management. Vol.۱٤, No.۱, pp. ۲۱-۳۸, ۲۰۱۷.

[۱۲] Abdulrab,M.,"Factors Affecting Acceptance and The use of Technology In Yemeni Telecompanies", Department of Management and Information Systems, University of Hail, Saudi Arabia, ۲۰۲۰.

[۱۳] Bhalani,N.,Ghavan, M., "A Survey On Software Defined Network With ٥g", International Journal of Scientific & Technology Research, Vol ۹,Issue ۰۳,March ۲۰۲۰

[۱٤] Latah,M., Toker, Levent., "Artificial Intelligence Enabled Software Defined Networking: A Comprehensive Overview", Ege University, Department of Computer Engineering, Izmir,Turkey,۲۰۱۸

[۱٥] Molina,E., Jacob, E., "Software-defined networking in cyber-physical systems: A survey" , Computers and Electrical Engineering, Elsevier, ۲۰۱۷

[۱٦] Benzekki, K., Fergougui, A., "Software-defined networking (SDN): a survey", Security and Communication Networks, Wiley onlinelibrary, Feb ۲۰۱۷

[۱۷] Cox, J., Chung, J., et al,"Advancing Software-Defined Networks: A Survey", IEEE, Vol ٥, ۲۰۱۷

[۱۸] Bakhshi,T.,"State of the Art and Recent Research Advances in Software Defined Networking",Wireless Communications and Mobile Computing, University of Plymouth, UK, Jan ۲۰۱۷

[۱۹] Rathee,S., Sinha, Y., Haribabu, K., "A Survey: Hybrid SDN", Birla Institute of Technology and Science, India, ۲۰۱۷

[۲۰] Thyagaturu,A., Merican, A., Reisslein, M., "Software Defined Optical Networks (SDONs): A Comprehensive Survey",

[۲۹] "Solutions for adopting software defined network in practice", WILEY, April ۲۰۱۹.

[۳۰] Alhilal, M., Aldammas, A., Alnasheri, A., "Investigation of Critical Success Factors for Adopting Software-Defined Networking", IEEE, ۲۰۱۸.

[۳۱] Sahay, R., W, Meng., C, Jensen. "The application of Software Defined Networking on securing computer networks: A survey" Journal of Network and Computer Applications, ۱۳۱, ۸۹–۱۰۸, ۲۰۱۹.

[۳۲] Mathews, K., etc,"Software defined wireless sensor networks application opportunities for efficient network management: A survey", computers and electrical engineering, ٦٦, ۲۰۱۸.

[۳۳] Haghani, M and A, Capone.,"Multi-objective embedding of software-defined virtual networks", Computer Communications ۱۲۹, ۳۲–٤۲, ۲۰۱۸.

[۳٤] Aranda. A. M., "Software-Defined Networking: Current State, Adoption Factors and Future Impact on Network Engineers", A dissertation submitted to the University of Dublin, ۲۰۱٦.

[۳٥] Mahankali, S., S, Rungta.,"Adopting Software-Defined Networking in the Enterprise", Data Center Efficiency. Intel Service, ۲۰۱٥.

[۳٦] Gupta, L., "SDN: Development, Adoption and Research Trends", ۲۰۱۳ https://www.cse.wustl.edu/~jain/cse٥٧٠-۱۳/ftp/sdn.pdf

[۳۷] Siti,M.,Anuar,M.,Yuhanis,A.,"INDUSTRY ٤,٠: The Importance of Innovation in Adopting Cloud Computing Among SMEs in Malaysia",School of Business and Economics, Putra ,Malaysia, Vol۲۲,No.۱, ۲۰۲۰.

[۳۸] Sayginar, C., Ercan, T., "Understanding Determinnants of Cloud Computing Adoption Using an Integrated Diffusion of Innovation IEEE Communications Surveys & Tutorials, ۲۰۱۶

[۲۱] Troise C., DelFabro,M., Martinello, M.,"A Survey On SDN Programming Languages: Toward a Taxonomy", IEEE Communications Surveys & Tutorials, ۲۰۱۶

[۲۲] Salman,O., Elhajji,I., Chehab, A., "IoT Survey: An SDN and Fog Computing Perspective", American University of Beirut, Lebanon, July ۲۰۱۸

[۲۳] Zhang,H., Cai, Zh., Liu,Q., et al, "A Survey on Security-Aware Measurement in SDN", Security and Communication Networks, Wiley, April ۲۰۱۸

[۲٤] Russ, W., "The Relation between Technology Adoption Determinants and Intension to Use Software-Defined Networking", Walden University, April ۲۰۲۱.

[۲٥] Katsianis,D.,Paster,A.,Jacquin,L.,"Factors Influencing Market Adoption and Evolution of NFV/SDN Cybersecurity Solutions. Evidence from SHIELD Project", European Conference on Networks and Communications (EuCNC), ۲۰۱۸.

[۲٦] Chergarova,V., Bezarra, J., "Factors influencing the adoption of software Defined Networking by Research and Educational Networks", Americas Conference On Information Systems (AMCIS), Emergent Research Forum, Mexico, ۲۰۱۹.

[۲۷] Bekele,B.,Kriger,S., "SP NFV/SDN Adoption" ,STL Partners Research for Cisco, June, ۲۰۱۷.

[۲۸] Jayaraman, V., Manickam, A., Rajappa, R., "The Role of SDN in Network Transformation", TataElxsi, ۲۰۱۹, https://www.tataelxsi.com/news-and-events/the-role-of-sdn-in-network-transformation

(DOI)-Technological, Organizational and Environmental (TOE) Model", Humanities & Social Science Reviews, ۲۰۲۰.

[۳۹] Maroufkhani,P., Tseng,M., Iranmanesh,M.,"Big data analytics adoption: Determinants and performances among small to medium-sized enterprises", International Journal of Information Management, ۲۰۲۰

[٤٠] Seshadrinathan,S., Chandra,Sh., "Exploring Factors Influencing Adoption of Blockchain in Accounting Applications using Technology–Organization–Environment Framework", Journal of International Technology and Information Management, Vol ۳۰, ۲۰۲۱.

[٤١] Tsourela, M,. Nerantzaki, D., "An Internet of Things (IoT) Acceptance Model.Assessing Consumer's Behavior toward IoT Products and Applications", nternational Hellenic University, Greece, ۲۰۲۱.

[٤٢] Bastan, M., Zarie, M., Tavakoli, R., "A new technology acceptance model: a mixed-method of grounded theory and system dynamics", Emerald Insight, ۲۰۲۰,

[٤٣] نوری، ر.، حاتمی، م و ابراهیمیان، ف. بررسی عوامل موثر بر پذیرش فناوری اطلاعات و تأثیر آن بر منابع انسانی، فصلنامه پژوهش های مدیریت منابع انسانی دانشگاه امام حسین، سال نهم، شماره ۴، صص ۱۲۷-۱۵۲، ۱۳۹۶.

[۴۴] وطن خواه، ا و ظهوریان، ا. بررسی رابطه بین الگوی ترجیحات فکری کارکنان و آمادگی آنها برای تغییرات سازمانی، فصلنامه پژوهش های مدیریت منابع انسانی دانشگاه جامع امام حسین، سال هفتم، شماره ۴، صص ۱-۲۵.

[۴۵] بازرگان، ع.، مقدمه ای بر روش تحقیق کیفی و آمیخته رویکردهای متداول در علوم رفتاری، چاپ اول، تهران، نشر دیدار.

[۴۶] عباس زاده، م.، تاملی بر اعتبار و پایایی در تحقیقات کیفی، جامعه شناسی کاربردی، سال بیست و سوم، ش ۴۵، بهار ۱۳۹۱.

[٤٧] گال، مردیت.، والتر بورک و جویس گال. روش های تحقیق کمی و کیفی در علوم تربیتی و روانشناسی، مترجمان: احمدرضا نصر، حمیدرضا عریضی و محمود ابوالقاسمی. جلد دوم، تهران، انتشارات سمت با همکاری دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۶.