



Assessing The Readiness of Applying Software Defined Networks in The Digital Transformation Journey of Iranian Telecom Companies

Vahid Yadegari¹, Pegah Ghadak², Rosa Farboudmanesh³

Abstract

Along with the digital evolution and the emergence of new technologies such as the Internet of Things, some factors such as expansion, agility and management of infrastructure and communication networks has also developed alongside with software, service orientation, open source and virtualization approaches, so that the development of Software Defined Networks (SDN) has become one of the main pillars of the digital transformation journey of telecom companies. In this study, we have evaluated the readiness of applying software-based networks in the digital transformation journey of Iranian telecom companies. The data of this research has been provided through a questionnaire from 54 experts in digital telecom transformation in Iran in 2021. As for the research methodology, Confirmatory factor analysis, one-sample Wilcoxon test and Friedman test were used to test the research hypotheses. The results show that the existing concerns are mostly in the fields of security, suppliers and experts, but there is a positive trend in accepting software-based networks. Also, the findings of this study indicates that the attention to the benefits of software-based networks in the telecom industry (5/99) is in the first priority and the main factors of applying this technology (5/97), business impacts (4/56) and barriers to acceptance (4/5) come next.

Keywords: *Software Defined Networks (SDN), Digital Transformation, Telecom Industry, Cloud computing*

1. PhD Student of IT service management (ITSM), Allameh Tabataba'i University

2. PhD Student of IT service management (ITSM), Allameh Tabataba'i University

3. PhD Student of IT service management (ITSM), Allameh Tabataba'i University

Submitted: 25-02-2022

Accepted: 12-05-2022

Corresponding Author: Vahid Yadegari

Email: v_yadegari@atu.ac.ir



ارزیابی آمادگی پذیرش شبکه‌های نرم‌افزار محور در سفر تحول دیجیتال شرکت‌های تلکامی ایران

وحید یادگاری^۱، پگاه قدک^۲، رزا فرودمنش^۳

چکیده

همگام با تحول دیجیتال و ظهور فناوری‌های نوین مثل اینترنت اشیاء، موضوع گسترده‌تری، چابک سازی و مدیریت زیرساخت‌ها و شبکه‌های ارتباطی نیز با رویکردهای نرم‌افزاری، سرویس گرایی، متن‌باز بودن و مجازی‌سازی توسعه پیدا کرده است، به‌طوریکه توسعه شبکه‌های نرم‌افزار محور، از ارکان اصلی سفر تحول دیجیتال شرکت‌های تلکامی قلمداد می‌شود. از این‌رو نیاز است صنایع تلکامی ایران، آمادگی پذیرش و مهاجرت به این فناوری را برای مدیریت شبکه‌های نوین و پیچیده داشته باشند. پژوهش حاضر با در نظر گرفتن اهمیت موضوع، به سؤال سطح آمادگی پذیرش شبکه‌های نرم‌افزار محور در سفر تحول دیجیتال شرکت‌های تلکامی ایران به چه میزان است؟ پرداخته است. داده‌های این پژوهش از طریق پرسشنامه از ۵۴ متخصص خبره تحول دیجیتال تلکامی در ایران در سال ۱۴۰۰ فراهم شده است. برای آزمون فرضیه‌های پژوهش از روش تحلیل عاملی تأییدی، آزمون ویلکاکسون تک‌نمونه‌ای و آزمون فریدمن استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد دغدغه‌های موجود، بیشتر در زمینه‌های تأمین امنیت، تأمین‌کنندگان و نیروی متخصص است؛ لیکن رویکرد مثبتی در پذیرش شبکه‌های نرم‌افزار محور وجود دارد. همچنین یافته‌های این بررسی نشان داد که توجه به منافع شبکه‌های نرم‌افزار محور در صنعت تلکام (۵/۹۹) در اولویت اول قرار داشته و عوامل اصلی به‌کارگیری (۵/۹۷)، تأثیرات تجاری (۴/۵۶) و موانع پذیرش (۴/۵) در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند.

کلمات کلیدی: تحول دیجیتال، صنعت تلکام، شبکه‌های نرم‌افزار محور، رایانش ابری

۱. دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات دانشگاه علامه طباطبائی

۲. دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات دانشگاه علامه طباطبائی

۳. دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات دانشگاه علامه طباطبائی

مقدمه

بقای سازمان‌ها بدون فناوری‌های نوپدید و پارادایم‌هایی که در پی این فناوری‌ها ایجاد شده‌اند، ناممکن است. امروزه هر سازمانی، بخش یا بخش‌هایی از محصولات، خدمات یا فرایندهای خود را دیجیتالی کرده است. سازمان‌هایی که چنین رویکردی در قبال تغییرات محیطی نداشته باشند، به سرعت از عرصه رقابت حذف می‌شوند. هورلکر و هس تحول دیجیتال^۱ را نامی مناسب برای تغییرات اساسی دنیای کنونی می‌دانند. جایی که مدل‌های کسب‌وکاری سازمان‌ها متحول شده و سازمان‌های بی‌اعتنا به چنین تحولاتی از دور رقابت خارج شده‌اند (شامی زنجانی و همکاران، ۱۴۰۰). مدل‌های کسب‌وکار نوظهور و متناسب با فناوری‌های نوپدید مثل مدل‌های پلتفرمی و... از ضروریات مورد توجه در عصر تحول دیجیتال هستند (شانگ و همکاران^۲، ۲۰۲۲). تحول دیجیتال به معنای استفاده حداکثری از فناوری‌های نوینی مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء و ... در راستای ارائه مدل‌های کسب‌وکاری جدید و یا بهینه‌سازی قابل توجه مدل‌های کسب‌وکاری موجود یک شرکت و یا سازمان است (آنکتاد^۳، ۲۰۲۱). لزوم توجه به تحول دیجیتال و تحقق اقتصاد دیجیتال^۴، باعث افزایش چشمگیر تولید ناخالص داخلی شده، به طوری که پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۵، شاخص تولید ناخالص داخلی^۵ حاصل از اقتصاد دیجیتال در جهان معادل ۲۴/۵٪ و ارزش مالی ۲۳ تریلیون دلار خواهد بود (اوای.سی.دی^۶، ۲۰۲۰). گرچه اهمیت تحول دیجیتال در صنایع مختلف یکسان نیست؛ اما تقریباً اکثریت صنایع تا حد زیادی از آثار آن بهره‌مند شده‌اند. یکی از مدل‌هایی که می‌تواند میزان اهمیت تحول دیجیتال را در هر صنعت نمایش دهد میزان تأثیرپذیری یک صنعت از تغییرات ناشی از فناوری‌های نوین دیجیتالی است که گرداب دیجیتال^۷ به خوبی آن را نمایش می‌دهد. گرداب دیجیتال نشان می‌دهد که هر یک از صنایع تا چه میزان در معرض فرصت‌ها و البته تهدیدات ناشی از اختلال دیجیتال^۸ و به بیان دیگر ساختار شکنی دیجیتال قرار دارند (آی.ام.دی^۹، ۲۰۲۱). از نگاه شرکت‌های برتر مشاوره در سطح دنیا مانند دیلویت و مکنزی و با رویکرد گرداب دیجیتال، صنعت تلکام، در زمره صنایع اولویت‌دار است که می‌بایستی در اسرع وقت استراتژی خود را در پاسخگویی به تهدیدات و فرصت‌های تحول دیجیتال و حضور در اقتصاد دیجیتال را تبیین کنند (تی چرت^{۱۰}، ۲۰۱۹). شرکت هواوی، برای سفر تحول دیجیتال صنعت تلکام، ده گام را عنوان کرده است. در اولین گام سفر، به استراتژی «از اجزای گسسته شبکه به ارتباطات مجازی مستقل و زیرساخت‌های ابری» اشاره شده که در نتیجه اجرای آن، زیرساخت‌های تلکامی از اجزای از هم گسسته شبکه به مجموعه‌ای کاملاً مستقل از ارتباطات و زیرساخت‌های ابری تبدیل می‌شوند که با هزینه بسیار پایین قابل مدیریت هستند. شبکه‌های نسل بعدی مجازی‌سازی توابع شبکه، شبکه نرم‌افزار محور، این سفر اول را برای بسیاری از تلکام‌ها به واقعیت تبدیل می‌کنند، اما هزینه، پیچیدگی و اختلال در آن‌ها بسیار زیاد است (قریب^{۱۱}، ۲۰۱۹).

از مصادیق تحقق رویکردهای مورد اشاره در استفاده از فناوری‌های شبکه نرم‌افزار محور و مجازی‌سازی، خلق فرصت‌های جدید و کم‌هزینه مثل راه‌اندازی اپراتورهای مجازی^{۱۲}، زمینه‌سازی برای راه‌اندازی نسل پنجم ارتباطی^{۱۳}، راه‌اندازی

1. Digital Transformation

2. Shang et al

3. UNCTAD

4. Digital Economy

5. Gross domestic product (GDP)

6. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)

7. Digital Vortex

8. Digital Disruption

9. IMD Report

10. Teichert R

11. Gharib

12. Mobile Virtual Network Operator (MVNO)

13. Fifth-generation wireless (5G)

زیرساخت‌های مبتنی بر رایانش ابری^۱، زیرساخت‌های اینترنت اشیا^۲... است (گزارش دیلویت^۳، ۲۰۲۰). بنا بر اعلام مدیرعامل شرکت وریزون^۴ تا سال ۲۰۱۹، میزان پیشرفت و مهاجرت به زیرساخت‌های مجازی، بیش از ۶۰ درصد بوده و این مهم به واسطه خلق ارزش‌های متعدد با جدیت و سرعت بیشتری در حال پیگیری است. شرکت ای.تی.اند.تی^۵، دیگر قطب حوزه تلکام نیز میزان پیشرفت را ۷۵٪ اعلام کرده است (زارش وریزون، ۲۰۱۹). بدون شک تحول دیجیتال مزایایی را برای شرکت‌های صنعت تلکام فراهم کند که به رفع چالش‌های اساسی امروز صنعت کمک کند (تی بی لانگ^۶، ۲۰۲۱). مرور مطالب پیش‌گفته بیانگر این است که قدم اول سفر تحول دیجیتال تلکوها موضوع بسیار مهمی است که علاوه بر ارزش‌آفرینی و خلق ثروت برای صنعت، می‌تواند تحقق سایر حوزه‌های اقتصاد دیجیتال را تسهیل کند (ساروانان^۷، ۲۰۱۹). مرور مطالب مرتبط با گام اول استراتژی تحول دیجیتال صنایع تلکام و اقدامات انجام‌شده در حوزه‌های پژوهشی و اجرایی شرکت‌های معتبر دنیا، بیانگر این است این صنعت کلیدی، می‌بایستی همسو با تحولات فناوری و رویکردهای جدید جهانی، به‌طور جدی آمادگی پذیرش و اجرای گام‌های تحول دیجیتال را داشته و نقش و مأموریت خود را در پیشبرد اهداف اقتصاد دیجیتال کشور ایفاء کند (جی ساندر^۸، ۲۰۲۲).

نظر به اهمیت موضوع، این پژوهش به سؤال سطح آمادگی پذیرش شبکه‌های نرم‌افزار محور در سفر تحول دیجیتال شرکت‌های تلکامی ایران به چه میزان است؟ پرداخته است. در پاسخ به این سؤال، پس از انجام مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی و احصاء شاخص‌ها، نتایج را از طریق پرسشنامه در اختیار خبرگان این حوزه قرار داده شده و پاسخ ایشان، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شده است.

پیشینه پژوهش

۱- در مقاله‌ای تحت عنوان «تحول دیجیتال تلکام: شرایط، سفرها و مقصد»، برای استفاده از فرصت‌های ارائه‌شده توسط اقتصاد دیجیتال، تحول دیجیتال برای شرکت‌های تلکام امری ضروری عنوان شده است. تحول دیجیتال باید مزایایی را برای شرکت‌های صنعت تلکام فراهم کند که به رفع چالش‌های اساسی امروز صنعت کمک کند. اول، اگر شرکت‌های تلکام بخواهند با بازیگران او.تی.تی^۹ رقابت کنند، تحول باید تجربه مشتری B2B و B2C را به‌طور قابل‌توجهی بهبود بخشد. دوم، تحول باید به‌طور معنی‌داری کارایی و چابکی یک شرکت تلکام را تقویت کند. سوم، باید این امکان را به آن‌ها بدهد تا هم از خدمات سنتی و هم از خدمات دیجیتالی جدید حداکثر درآمد را کسب کنند. تحقیقات هوآوی، مجمع جهانی اقتصاد و سایر منابع تخمین می‌زنند که اگر شرکت‌های تلکام بتوانند به هر سه مورد دست یابند، تحول دیجیتال این شرکت‌ها طی ده سال آینده می‌تواند ۱/۵ تریلیون دلار سود ایجاد کند (مارتین^{۱۰}، ۲۰۱۹). برای تحقق تحول دیجیتال موردنظر هوآوی، نقشه سفر ده مرحله‌ای شامل ۱- از اجزای گسسته شبکه به ارتباطات مجازی مستقل و زیرساخت‌های ابری (اشاره به شبکه‌های نرم‌افزار محور) ۲- از امنیت انفعالی مخصوص هر محصول به امنیتی هماهنگ و یکنواخت ۳- از استفاده محدود از داده‌ها به یک شرکت داده محور هماهنگ و یکنواخت ۴- از زیرساخت‌های مدیریتی بسته به پلتفرم خدمات باز ۵- از پرتفولیوی محدود خدمات خود به پرتفولیوی متنوع از خدمات خود و شخص ثالث ۶- از مجموعه محدودی از روابط با تأمین‌کنندگان به یک اکوسیستم باز از روابط با شرکا ۷- از مجموعه محدودی از مدل‌های کسب‌وکار تلکامی به چندین رویکرد ایجاد و جذب ارزش ۸- از یک سیلوی عمودی به سازمان، فرهنگ و عملیات

-
1. Cloud Computing
 2. Internet of Things
 3. Deloitte Report
 4. Verizon
 5. AT&T
 6. TB Long
 7. Saravanan
 8. G Sanders
 9. over-the-top (OTT)
 10. Martin

انعطاف‌پذیر ۹- از تمرکز روی کانال‌های شخصی به بازار به اتخاذ چندین کانال برای بازارهای مختلف عمودی ۱۰- از مدیریت تک‌بعدی روابط با مشتری به مدیریت امنی چنل ۳۶۰ درجه کل تجربه مشتری، طراحی شده است (مپین جایر، اسموتز و دیگران^۱، ۲۰۲۱).

۲- شرکت آمریکایی وریزون به‌عنوان رتبه اول حوزه تلکام در رتبه‌بندی‌های جهانی مطرح است. این شرکت درصد قابل‌توجهی از پهنای باند جهانی اینترنت را تأمین می‌کند و همچنین در زمینه مخابرات بی‌سیم، ارتباطات و سرویس‌دهی به شرکت‌های ارتباطات راه دور (وایرلس) نیز فعالیت گسترده‌ای دارد. در نقشه راه مرجع این شرکت برای به‌کارگیری فناوری توابع مجازی‌سازی شده و شبکه‌های نرم‌افزار محور، با توجه به ظهور اینترنت اشیاء که حجم انبوهی از تجهیزات در آن نیاز به خدمات شبکه دارند، اهداف ذیل مورد تأکید قرار گرفته است (گزارش وریزون، ۲۰۱۹).

➤ بهره‌وری عملیاتی:

(۱) انعطاف‌پذیری، مقیاس‌پذیری، ظرفیت‌های گسترده شبکه

(۲) خودکارسازی OAM & P و کاهش فعالیت و دخالت انسانی

(۳) ترافیک پویا و زنجیره خدمات

➤ تحول کسب‌وکار

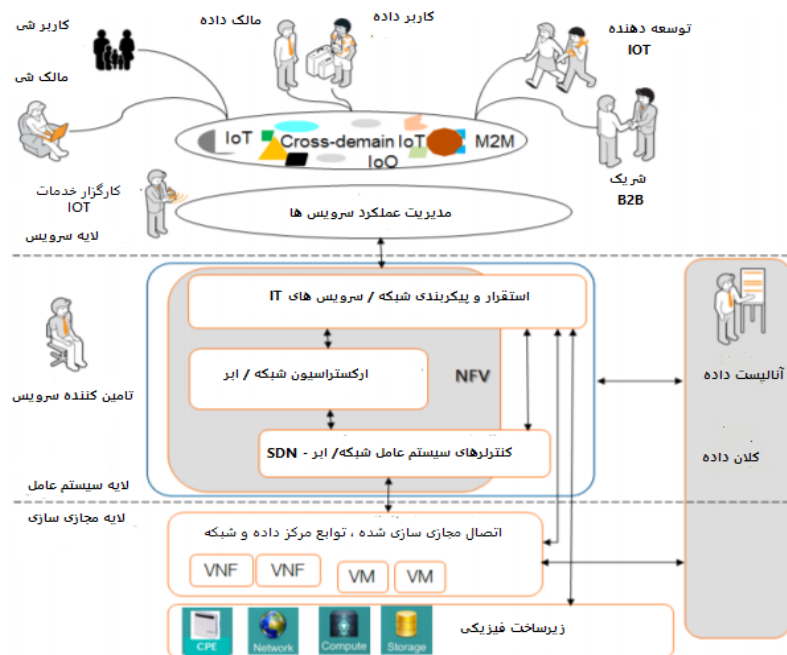
(۴) دسترسی سریع به بازار، حذف راه‌حل‌های موردی

(۵) ایجاد سرویس چاپک و سریع

(۶) بهبود و افزایش رضایت مشتری

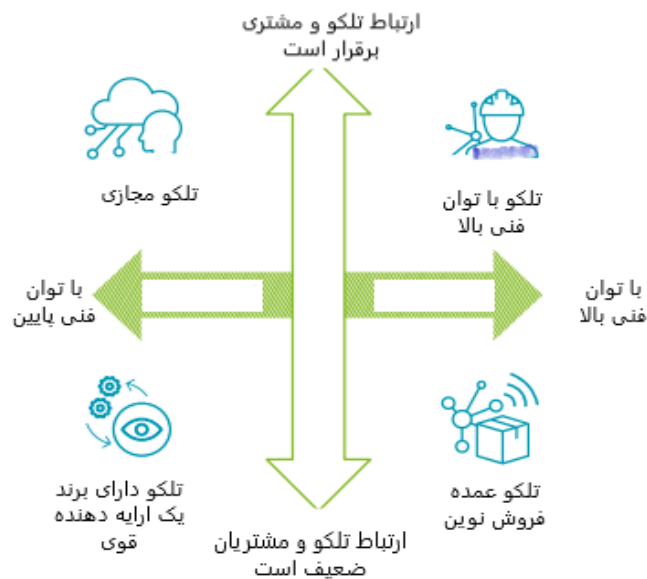
۳- در پاسخ به چالش‌های پیش رو برای توسعه زیرساختی اینترنت اشیاء در صنعت تلکام، یکی از راهکارهای پیشنهادی استفاده از شبکه‌های نرم‌افزار محور است. فناوری‌های توابع مجازی‌سازی شده و شبکه‌های نرم‌افزار محور، اهداف مشترک را در برمی‌گیرند. به خدمات شبکه اجازه می‌دهند به‌طور خودکار، مستقر و برنامه‌ریزی شود. به‌طور دقیق‌تر، شبکه نرم‌افزار محور، ابزاری است که به‌طور معمول برای برقراری ارتباط پویا بین توابع مجازی‌سازی شده استفاده می‌شود. علاوه بر این، خدمات زیرساختی مورد توجه شبکه‌های نرم‌افزار محور، خدمات ارتباطی اساسی هستند، درحالی‌که خدمات زیرساختی توابع مجازی‌سازی شده محدوده وسیع‌تری را مورد توجه قرار می‌دهد و چارچوبی را برای مجازی‌سازی و ارکستراسیون فراهم می‌کند. همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است، خدمات زیرساختی به لطف ترکیبی از توابع مجازی‌سازی شده و شبکه‌های نرم‌افزار محور می‌توانند به‌طور پویا فوراً فعال شوند. ایجاد خدمات زیرساختی به لایه‌های مختلف متکی است که در شکل ۱ نشان داده شده است. لایه سرویس تمام عملکردهای سطح سرویس را شامل می‌شود: مرجع اینترنت اشیاء و ارائه خدمات زیرساختی، لایه سیستم‌عامل و توضیحات خدمات زیرساختی، ارکستراسیون شبکه و فناوری اطلاعات^۲ یا توابع مجازی^۳ و کنترلرهای شبکه‌های نرم‌افزار محور را در خود جای داده است. ارکستراسیون توابع مجازی، منابع لازم را برای تحقق چرخه عمر خدمات زیرساخت‌ها مدیریت می‌کند. لایه کنترل‌کننده شبکه‌های نرم‌افزار محور، وظیفه کنترل منابع شبکه و فناوری اطلاعات را بر عهده داشته و پیکربندی مجدد کلیه عناصر شبکه را کنترل می‌کند. سرانجام، لایه مجازی‌سازی منابع سخت‌افزاری را بر روی ماشین‌های مجازی که در دسترس لایه‌های فوق است، سازمان‌دهی می‌کند (رای و کومار^۴، ۲۰۲۱)، (بالاسبرامانیان، الگایل^۵، ۲۰۲۱)، (یادگاری و دیگران، ۱۴۰۰)

-
1. Mapingire, Smuts et l
 2. Information Technology (IT)
 3. Virtual Network Function Orchestration (VNFO)
 4. Ray, Kumar
 5. Balasubramanian, Aloqaily



شکل ۱: اکوسیستم اینترنت اشیاء نرم افزار محور (تای یابا، شاه^۱، ۲۰۱۷)

۴- در حال حاضر اتصال کاربران و تجهیزات به سرویس های مخابراتی یک امر ضروری است نه یک امر تسهیل کننده، لذا مشتریان به سمت تکنولوژی های برتر حرکت خواهند کرد؛ بنابراین مخابراتی ها در حال تجزیه و تحلیل نیازهای کاربران و داده های آنها هستند و از این طریق و برقراری ارتباط مؤثر می توانند نیاز مشتری را مرتفع کنند. شناسایی سناریوهای محتمل در کاهش عدم قطعیت و ارائه سرویس مطلوب به کاربر کمک شایانی خواهد بود. وقتی پیش بینی رفتارهای آینده غیرممکن است، طراحی سناریوها منجر به ساخت استراتژی های مقاوم و شناسایی ریسک ها و فرصت ها خواهد شد. در این رویکرد ۴ سناریو بر اساس دو محور اصلی مطابق شکل ۲ مورد بررسی قرار می گیرد. محورهای مالکیت لایه تکنولوژی و حاکمیت ارتباط با مشتری.



شکل ۲: استراتژی های تلکام (گزارش دیلویت، ۲۰۲۱)

محور افقی، مالکیت لایه تکنولوژی (شبکه) است. یک سمت محور تلکوها مالکیت اصلی شبکه و تکنولوژی را به دست دارند و در طرف دیگر محور تلکوها کاملاً از لایه شبکه جدا شده و مالکیت تحت اختیار فروشندگان به عنوان منبع اصلی تکنولوژی و نوآوری است. این دسته مربوط به نوآوری‌های شبکه، پهنای باند، ساختارهای شبکه‌ای ارتباطات تلفن همراه به شکل 5G، اینترنت اشیا و همچنین شبکه‌های مبتنی بر نرم‌افزار است (گزارش اریکسون^۱، ۲۰۱۹).

محور عمودی، معرف میزان برقراری ارتباط با مشتری است. در یک سو محور تلکوها می‌توانند به عنوان تأمین‌کنندگان اصلی، خدمات ارزش‌افزوده مثل ارتباطات و دسترسی به محتوا و رسانه، ارتباط‌های متداول با مشتری را برقرار کنند و از سوی دیگر می‌توانند کاملاً از مشتری جدا شده و مشتری از طریق دیگر تأمین‌کنندگان سرویس و یا شرکت‌های تکنولوژیکی خدمات را دریافت کنند. چهار سناریو بر اساس این محورها شکل می‌گیرد. سناریو اول، «تلکو با توان فنی بالا»، به این معنی که اپراتورهای تلکوها هم بر مشتری و هم بر لایه تکنولوژی تسلط دارند. سناریو دوم «تلکو عمده‌فروشی نوین»، به این معنی که تلکوها از حیطه تسلط بر ارتباط با مشتری خارج می‌شوند و فقط در حوزه تکنولوژی به صورت ماهرانه‌ای عمل می‌کنند. در سناریوی سوم «تلکوها مجازی»، تلکوها به حوزه ارتباط با مشتری مسلط هستند ولی پیشرانی و تمرکز بر تکنولوژی را به فروشندگان این حوزه که تسلط تکنولوژیکی بیشتری دارند منتقل می‌کنند و با بازیگرانی که با زیرساخت‌های جدید شبکه کار می‌کنند همسو می‌شوند؛ یعنی با فروشندگانی که نوآوری‌هایی در شبکه‌های نرم‌افزار محور و توابع مجازی‌سازی شده دارند و با آخرین تکنولوژی‌های 5G عمل می‌کنند همراه می‌شوند. در سناریوی آخر «تلکو دارای برند، یک ارائه‌دهنده قوی»، بازیگران تلکو به طور کامل از هر دو حوزه تسلط بر مشتری و تسلط بر تکنولوژی خارج می‌شوند. آن‌ها بر روی توانایی‌های باقیمانده خود تمرکز می‌کنند و به دنبال جایی در بازار می‌گردند که ارتباطات مستحکم گذشته خود را حفظ کنند (گزارش دیلویت، ۲۰۲۰)، (کراسل و راجر^۲، ۲۰۱۹).

۵- با رکود کسب‌وکار صنعت تلکام سنتی، تلکوها در حال تلاش برای ایجاد تنوع و یافتن الگوهای درآمدی جدید هستند و از این رو بازارهای مثل اینترنت اشیا، رایانش ابری و... را توسعه می‌دهند. بدون شک این توسعه ارتباطات نیازمند بازنگری جدی در روش‌ها و ابزارهای مدیریت زیرساخت است. در پاسخ به این نیاز، موضوع شبکه‌های نرم‌افزار محور به عنوان یک اولویت اساسی و راهبردی مورد توجه قرار گرفته است (یادگاری، وحید، حکاک، اسمهان، ۱۴۰۰). با توجه به مطالعات صورت پذیرفته درخصوص استراتژی‌ها، روندهای کسب‌وکار، استفاده از فرصت‌ها، طرح‌ریزی در مقابل تهدیدها و آسیب‌ها درخصوص اجرایی کردن استراتژی‌های سفر تحول دیجیتال در صنایع تلکام، این پژوهش با هدف سنجش سطح آمادگی به جهت رویکردی، دانشی و فناورانه درخصوص اکوسیستم صنعت تلکام ایران طرح‌ریزی شده است. نتایج تحقیق اولیه پژوهشگران، بیانگر خلأ جدی آثار پژوهشی و اجرایی درخصوص استراتژی گام اول سفر تحول دیجیتال صنعت تلکام یعنی مهاجرت از اجزای گسسته شبکه به ارتباطات مجازی مستقل و زیرساخت‌های ابری و استفاده از شبکه‌های نرم‌افزار محور در صنایع تلکامی ایران است.

۶- تعداد رو به رشد تجهیزات کاربری متصل^۳ با توجه به فناوری‌های نوظهور مثل دستگاه‌های اینترنت اشیا^۴، خودروهای متصل خودمختار^۵، تکامل شبکه‌های تعریف‌شده با نرم‌افزار و شبکه‌های نسل پنجم^۶، بار پردازشی و محاسباتی را به قسمت تجهیزات کاربری متصل نزدیک‌تر کرده است. از این رو محاسبات لبه چند دسترسی^۷ و مجازی‌سازی عملکرد شبکه^۸ راه‌حل‌های امیدوارکننده‌ای برای تسهیل استقرار نمونه‌های خدمات کاربری مورد نیاز در یک محدوده ارتباطی تقریباً محدود و توزیع‌شده هستند. از این رو رویکرد تلکوها در ایجاد ظرفیت‌های لازم برای ارائه

1. Ericsson Report
2. Krussel, Rauscher
3. Connected User Equipment(UE)
4. Internet of Things (IoT)
5. Connected Autonomous Vehicles (CAVs)
6. Fifth-Generation (5G)
7. Multi-access Edge Computing (MEC)
8. SDN/NFV

خدمات مبتنی بر شبکه های نرم افزار محور و محاسبات لبه و حضور در بازار تجهیزات کاربری متصل است (قرباب و استی هیلایر^۱، ۲۰۲۲).

۷- برای مهاجرت از IPv4 به IPv6 نیاز به ارتقاء و یا جایگزینی دستگاه ها و فناوری های شبکه های موجود است که به طور فعال در حال فعالیت می باشند. قاعدتاً این سطح از جایگزینی و تغییر در فرآیند مهاجرت مشترک تلکوها نیازمند توجه همه جانبه در ابعاد اعم هزینه، زمان، تخصص، سطح بازار و... است. بدون شک توجه هم زمان به همسویی شبکه نرم افزار محور و IPv6 از نظر بهینه سازی هزینه مهاجرت، مدیریت ماهر منابع انسانی و دیگر عوامل، برای تلکوها حیاتی تلقی می شود. برای پذیرش افزایشی نرم افزار تعریف شده شبکه (SoDIP6) IPv6 با هزینه مهاجرت مطلوب، یک الگوریتم حریصانه بر اساس مسیر مطلوب و اولویت مشتری برای تلکوها در مسیر سفر تحول پیشنهاد شده است تا هزینه های مهاجرت کمتر شود (داودی و دیگران^۲، ۲۰۲۱).

۸- در سال های اخیر SDN و NFV راه جدیدی را برای طراحی، استقرار و مدیریت خدمات شبکه ای و کاربردی در شبکه های مخابراتی معرفی کرده اند. یکی از این فرصت ها، موضوع راه اندازی پلتفرم مبتنی بر SDN/NFV برای اپراتورهای تلکو است که قصد ورود به بازار ارائه دهندگان خدمات جریان ویدئو را دارند. پلتفرم پیشنهادی اجازه می دهد تا تلکوها برای رسیدن به ساده سازی استقرار و مدیریت کاهش هزینه برای حمایت از جریان ارائه دهندگان محتوا و حتی بازیکنان ویدئویی غیرمعمول، در انتقال جریان های ویدئویی به تعدادی از کاربران علاقه مند که در آن می تواند یا با خط ثابت و یا تلفن همراه باشد، بدون نیاز به تهیه زیرساخت های تحویل داده های اختصاصی و گران، خدمات را ارائه دهند. این پژوهش با بررسی جنبه های پیاده سازی پلتفرم، با معرفی برای آزمون و اثبات موضوع از پلتفرم JOLNet و شرکت تلکامی ایتالیا استفاده کرده و به نتایج خوبی رسیده است (والریا آمیکو^۳، ۲۰۱۹).

۹- فناوری های ابری به سرعت در حال تکامل هستند و توسط برنامه های کاربردی فناوری اطلاعات و همسو با پیشرفت های فناوری در لایه های سخت افزاری و نرم افزاری نقش آفرینی می کنند. درعین حال شبکه های تلکامی با سرعت سریع در حال تغییر هستند. ماهیت این تغییرات، مجموعه جدیدی از موارد استفاده از ارتباطات محور، پیشرفت در منبع باز و استانداردها و پیشران های فناوری برای نگهداری داده، پردازش و انتقال داده را توسعه داده است. این دو تکامل ابرفناوری ها و شبکه تلکامی (وجود شبکه های مجازی و نرم افزار محور... SDN/NFV) قطعاً بر یکدیگر تأثیرگذار هستند. فناوری های ابری باید نیازهای منحصربه فرد شبکه های تلکامی را برآورده کنند و شبکه های تلکامی باید پیشرفت های فناوری های ابری را در شکل دادن به جهت کلی پیشرفت های آن پشتیبانی کنند. همسویی و همراهی این دو فناوری از محورهای ضروری تحول دیجیتال صنایع تلکامی هستند (کومار^۴، ۲۰۲۱).

۱۰- فراتر از اثرات صرفاً فناوری رایانش ابری، شبکه های نرم افزار محور و مجازی، فناوری های متصل و ... در صنایع تلکامی، به چالش کشیدن مدل ها و استراتژی های کسب و کار هستند که نیاز است متناسب با فناوری و در انطباق کامل فنی، زمانی و کسب و کاری مورد توجه قرار گیرد. بسیاری از ذینفعان زنجیره ارزش صنعت تلکام در تلاش برای بهره مندی از این تغییر به سمت شبکه های نرم افزاری و توزیع شده، برای ترویج و یا تحکیم موقعیت کسب و کار خود هستند. از این رو بررسی مدل های کسب و کار موجود و نوظهور در اکوسیستم تلکامی ضروری است تا چشم اندازها را برای شبکه های 5G و 6G استخراج کنیم (مرروا و دیگران^۵، ۲۰۲۲).

1. Ghorab, St-Hilaire

2. Dawadi

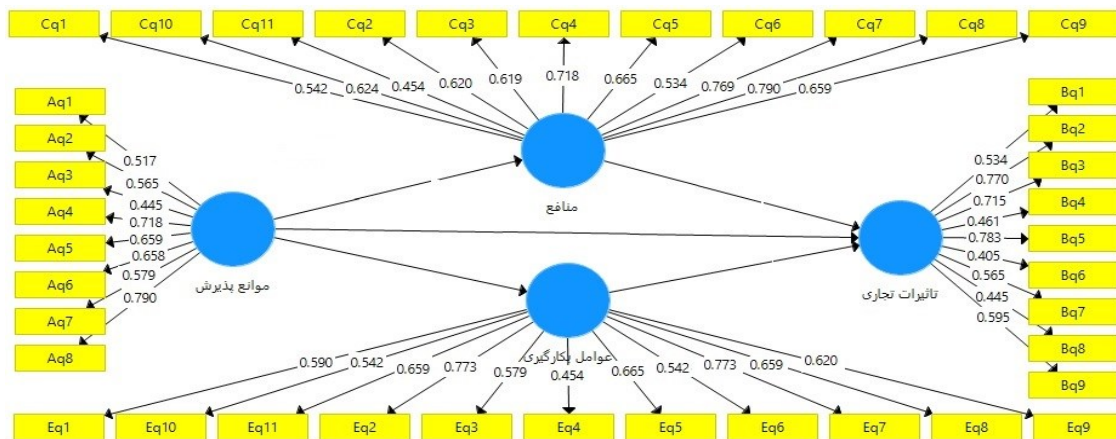
3. D'Amico

4. Abhishek Kumar

5. Meroua Moussaoui

روش پژوهش

پس از انجام مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی شامل مقاله‌ها و گزارش‌های شرکت‌های معتبر مثل دیلویت، مکنزی، ودافون، وریزون و تشریح نتایج برای تعداد ۵ نفر از افراد خبره این حوزه و اخذ نظریات اولیه، پرسشنامه محقق ساخته طراحی و در اختیار ۱۰ نفر از متخصصین قرار گرفت و پس از رفع اشکالات، پرسشنامه نهایی در ۴ بعد و ۳۹ گویه و با طیف لیکرت در سایت پرس لاین^۱ طراحی شد. برای توزیع لینک پرسشنامه، ابتدا از طریق شبکه اجتماعی لینکدین^۲، سه گروه افراد متخصص تحت عنوان پژوهشگر حوزه زیرساخت و شبکه‌های نرم‌افزار محور و رایانش ابری، شاغل در بخش زیرساخت و شبکه حوزه تلکام، پژوهشگر تحول دیجیتال حوزه تلکام به تعداد ۷۶ نفر شناسایی و لینک ارسال شد که در نهایت ۵۴ نفر از متخصصین جامعه هدف پرسشنامه‌ها را تکمیل کردند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای، اس.پی.اس.اس^۳ و اسمارت.پی.ال.اس^۴ استفاده شد. برای آزمون فرضیه‌های پژوهش از روش تحلیل عاملی تأییدی، نرمال بودن متغیرها و... از آزمون ویلکاکسون تک نمونه‌ای، آزمون فریدمن و کولموگروف اسمیرنوف^۵ استفاده شده است. برای روایی پرسشنامه روش‌های مختلفی وجود دارد که در این تحقیق از روایی سازه استفاده شد. از آنجا که محدودیت‌هایی در نرم‌افزار اس.پی.اس.اس برای محاسبه بار عاملی^۶ وجود دارد، این کار از طریق نرم‌افزار اسمارت.پی.ال.اس صورت پذیرفته است که خروجی آن برابر شکل ۳ است. شایان ذکر است بار عاملی بزرگ‌تر، مساوی از عدد ۴ بیانگر تأیید روایی سؤالات است. در مراحل ابتدایی تهیه پرسشنامه، به واسطه نظر خبرگان و روایی پایین ۷ سؤال طراحی شده، سؤالات حذف و یا در سایر گزینه ادغام شدند. نتیجه آلفای کرونباخ نیز برابر ۸/۷۶ بوده و پایایی پرسشنامه مورد تأیید قرار گرفته است.



شکل ۳: روایی سازه پرسشنامه

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در گام اول از این بخش، یافته‌های مربوط به ویژگی‌های جمعیت شناختی تحقیق بیان و سپس یافته‌های مربوط به آزمون فرضیه‌ها ارائه می‌شود. در جدول ۱، آمار توصیفی مربوط به متغیرهای جمعیت شناختی اعضاء جامعه آماری نشان داده شده است.

1. <https://www.porsline.ir>
2. <https://www.linkedin.com>
3. SPSS
4. SMART PLS
5. Kolmogorov-Smirnov test
6. Factor Loading

جدول ۱: وضعیت پاسخ دهندگان از نظر متغیرهای جمعیت شناختی^۱

متغیر	گروه	فراوانی	درصد
تحصیلات	کارشناسی و کمتر	۱۶	۲۹/۷
	کارشناسی ارشد و بالاتر	۳۸	۷۰/۳
نوع و سطح تخصص	پژوهشگر حوزه زیرساخت و شبکه های نرم افزار محور و رایانش ابری	۲۰	۴۱
	شاغل در بخش زیرساخت و شبکه حوزه تلکام	۲۶	۴۸
	پژوهشگر تحول دیجیتال حوزه تلکام	۸	۱۱

در ادامه این بخش، در آغاز با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف به بررسی نرمال بودن متغیرها پرداخته می شود. آنگاه، در صورت نرمال بودن متغیرها از آزمون نافراسنجه ای معادل آن یعنی ویلکاکسون^۲ تک نمونه ای استفاده می شود. نتایج نرمال بودن متغیرها در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن متغیرها

متغیرها	آماره کولموگروف	سطح معنی داری ^۳
موانع پذیرش	۰/۲۴۵	۰/۰۰۰
تأثیرات تجاری	۰/۲۵۴	۰/۰۰۰
منافع پذیرش	۰/۲۴۱	۰/۰۰۰
عوامل به کارگیری	۰/۲۲۵	۰/۰۰۰

برابر نتایج جدول ۲، میزان سطح معناداری همه متغیرها از ۰/۰۵ کمتر است؛ بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد می توان گفت، متغیرها نرمال^۴ نیستند؛ بنابراین باید از آزمون نافراسنجه ای ویلکاکسون تک نمونه ای برای بررسی فرضیه ها استفاده شود. در آزمون ویلکاکسون تک نمونه ای میانه متغیر موردنظر با عدد ثابت مقایسه می شود. لذا، در این پژوهش برای همه فرضیه ها H_0 یکسان با ۳ و H_1 غیر یکسان با ۳ است. عدد ثابت در اینجا عدد ۳ است؛ زیرا طیف پاسخ های پرسشنامه لیکرت^۵ ۵ تا ۱ است، بنابراین حد وسط عدد ۱ و ۵ عدد ۳ است. نتایج در جدول ۳، ارائه شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون ویلکاکسون برای بررسی فرضیه های پژوهش

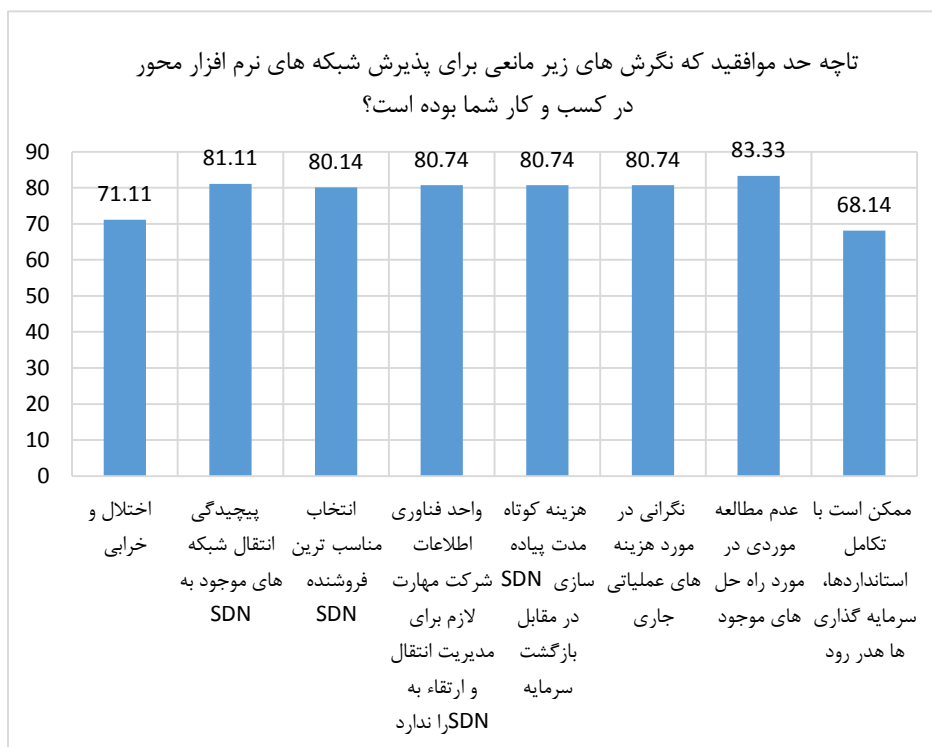
فرضیه های پژوهش	آماره آزمون ^۶	سطح معنی داری	میانگین ^۷	میانه ^۸	انحراف معیار ^۹	وضعیت ^{۱۰}
مباحثی مثل پیچیدگی، امنیت، سرمایه گذاری و... مانعی برای پذیرش شبکه های نرم افزار محور در صنعت تلکام است	۱۴۷۹/۰۰	۰/۰۰۰	۳/۹۰	۳/۸۷	۰/۴۵۷	تأیید
تأثیرات تجاری شبکه های نرم افزار محور مثل مقیاس پذیری، بازارهای جدید و... باعث پذیرش فناوری در صنعت تلکام است.	۱۴۲۲/۰۰	۰/۰۰۰	۳/۸۷	۳/۸۸	۰/۵۱۱	تأیید

1. Demographic variables
2. wilcoxon test
3. Sig
4. Normality of variableness
5. Likert scale
6. Test statistics
7. Mean
8. Median
9. Standard deviation
10. Status

تأیید	۰/۵۴۵	۳/۷۷	۳/۸۶	۰/۰۰۰	۱۴۵۱/۰۰	به کارگیری شبکه‌های نرم‌افزار محور منافع زیادی همچون کاهش هزینه‌های مدیریت شبکه، بالا بردن سرعت واکنش کسب‌وکار به متغیرها و ... برای حوزه تلکام به دنبال دارد
تأیید	۰/۵۴۳	۳/۵۴	۳/۴۹	۰/۰۰۰	۱۲۹۷	عوامل اصلی (کاتالیزور) به کارگیری شبکه‌های نرم‌افزار محور، مثل نیاز به بهبود برتری رقابتی، واکنش سریع‌تر، نیاز به کاهش هزینه‌ها، افزایش کارایی و ... در کسب‌وکارهای تلکامی است.

برابر جدول بالا چون میزان سطح معنی‌داری برای مقایسه «فرضیه‌های پژوهش» با عدد ۳، برابر با ۰/۰۰۰ و از ۰/۰۵ کمتر است، همچنین میانگین «فرضیه‌ها» از حد متوسط عدد ۳ بیشتر است، بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد فرضیه‌های پژوهش تأیید می‌شود.

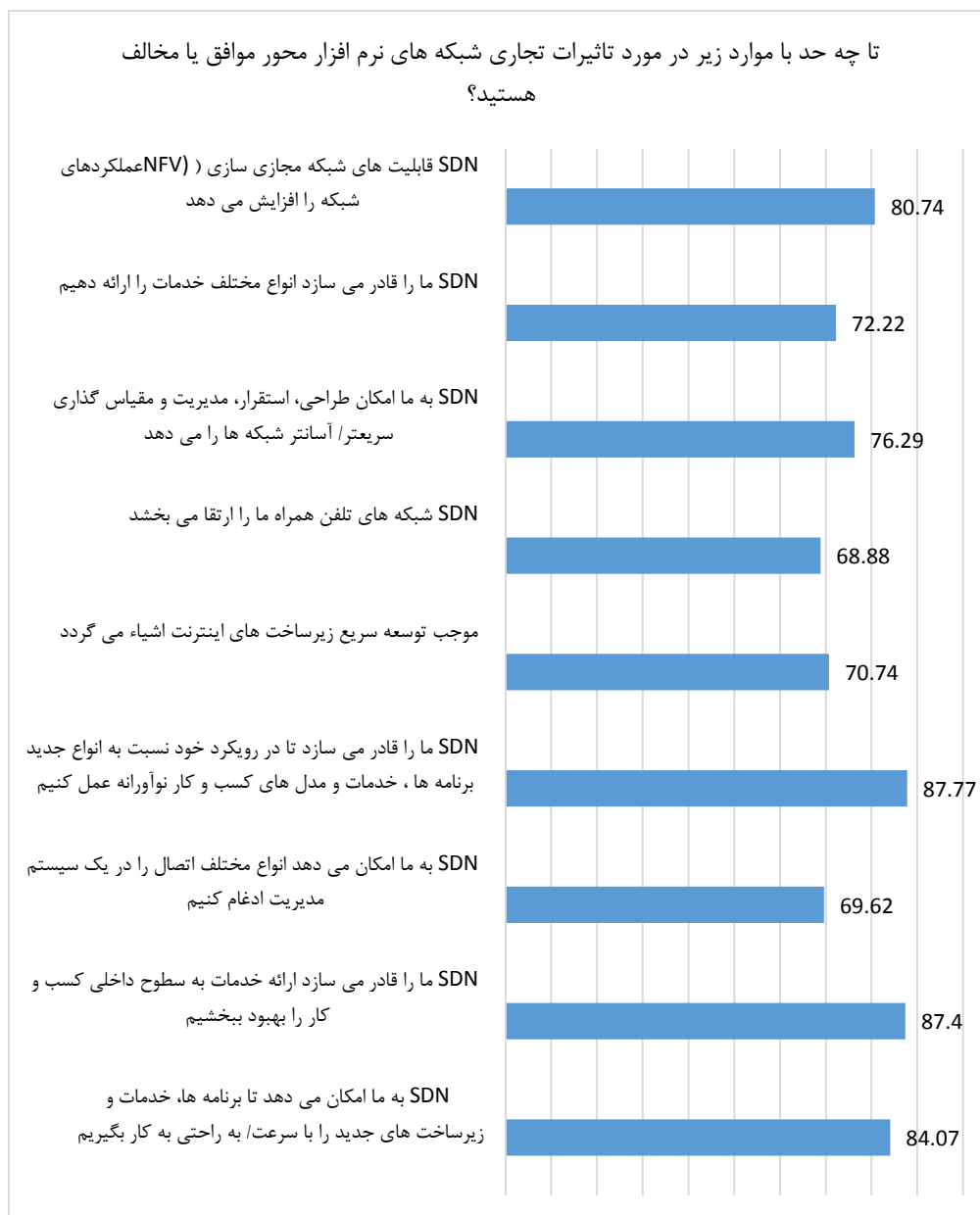
در ادامه این بخش، تلاش می‌شود تا یافته‌های به‌دست‌آمده از آزمون فرضیه‌ها ارائه و تفسیر شوند و با ادبیات مرتبط با پژوهش مورد مقایسه قرار گیرند. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل فرضیه اول نشان داد که مباحثی مثل پیچیدگی، امنیت، سرمایه‌گذاری و ... مانعی برای پذیرش شبکه‌های نرم‌افزار محور در صنعت تلکام است. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون این فرضیه با یافته‌های (گزارش ویرزون، ۲۰۱۹)، از همسویی برخوردار نیست و بازیگران عرصه تلکام ایران، موانع مطرح شده را به‌عنوان تردیدهای جدی در پذیرش و اجرای شبکه‌های نرم‌افزار محور می‌دانند. این مهم به‌واسطه ریسک سرمایه‌گذاری به جهت ضعف دانشی، فناورانه و عدم دسترسی به تأمین‌کنندگان مطرح در دنیا مثل اریکسون، سیسکو بر اثر تحریم می‌تواند باشد که دسترسی‌پذیری و پایداری زیرساخت‌ها را می‌تواند به دچار چالش کند.



شکل ۴: پاسخ گویه‌های سؤال ۱

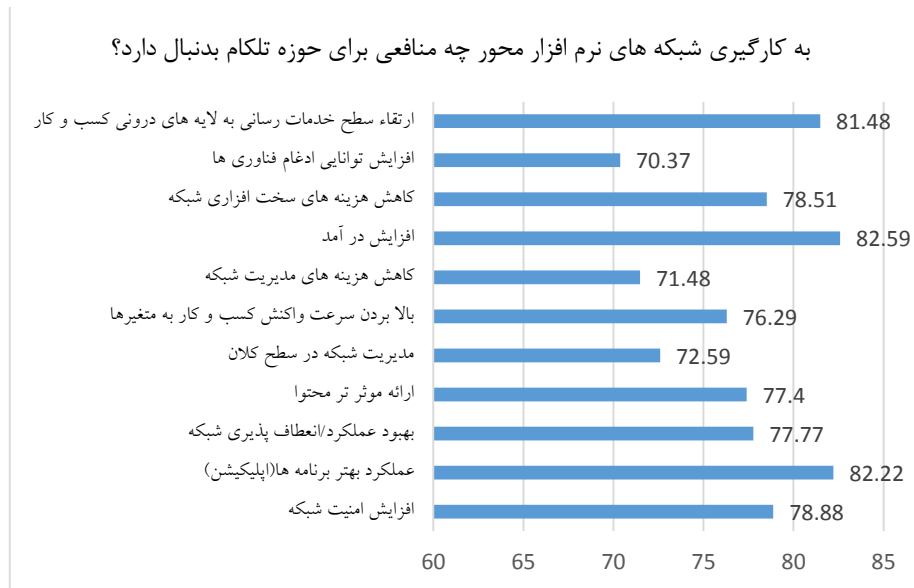
نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل فرضیه دوم نشان داد که مباحثی مثل شبکه‌های نرم‌افزار محور، شبکه‌های تلفن همراه موجب توسعه سریع زیرساخت‌های اینترنت اشیا می‌شود و تأثیرات تجاری برای پذیرش شبکه‌های نرم‌افزار محور در

صنعت تلکام است. نتایج به دست آمده از آزمون این فرضیه با یافته های (گزارش ویرزون، ۲۰۱۹)، از همسویی برخوردار نیست (نظریه خبرگان نیز برابر شکل ۵ است). این فاصله به جهت عدم گسترش بازارهای افقی مثل صنایع نسل ۴، خودرو هوشمند، شهر هوشمند، سلامت هوشمند و فناوری های تحول آفرین مثل اینترنت اشیا و... در کشور است که در نهایت، تقاضای جدید را مطرح نکرده و بازارهای جدید را برای صنعت تلکام در ایران خلق نکرده است.



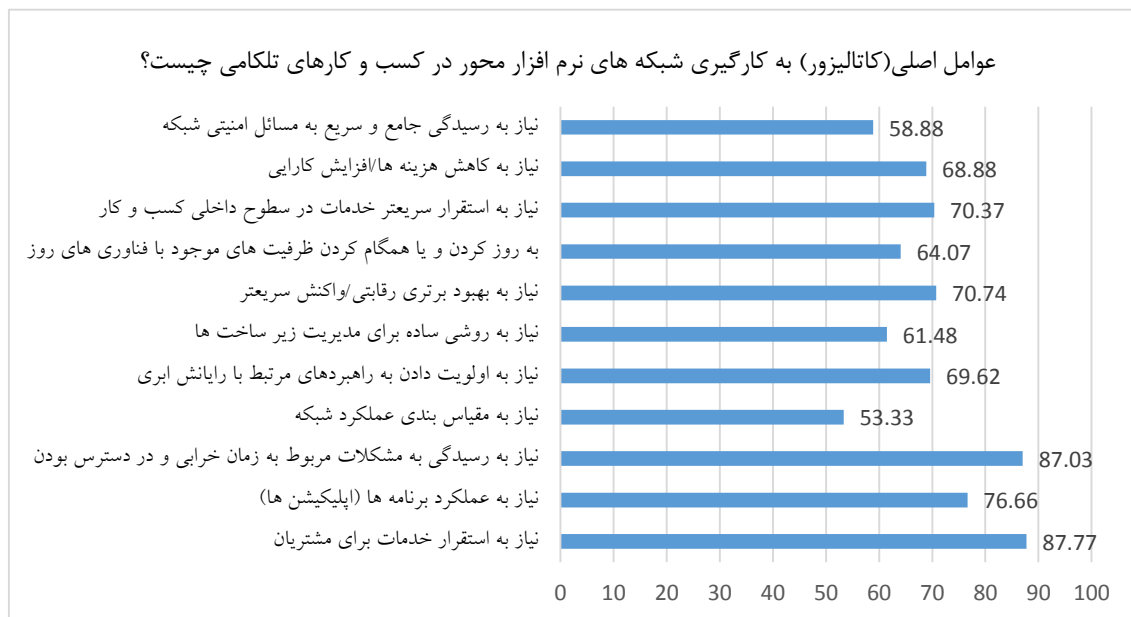
شکل ۵: پاسخ گویه های سؤال ۲

نتایج سؤال و فرضیه سوم نیز با یافته های (گزارش ویرزون، ۲۰۱۹)، همسو است (نظریه خبرگان برابر شکل ۶ است). این مهم یعنی اینکه بازیگران عرصه تلکام ایران به منافع واقف هستند، لیکن به دلایل مطرح شده در سؤالات ۱ و ۲ برای پذیرش جدی و ورود به این حوزه، با تردیدهای مواجه هستند.



شکل ۶: پاسخ گویه های سؤال ۳

نتایج سؤال و فرضیه چهارم نیز با یافته های (گزارش ویرزون، ۲۰۱۹)، از همسویی برخوردار است. نظریه خبرگان نیز برابر شکل ۷ است.



شکل ۷: پاسخ گویه های سؤال ۴

در این پژوهش تلاش شد تا افزون بر آزمون فرضیه ها از آزمون فریدمن به منظور رتبه بندی شاخص های به کارگیری شبکه های نرم افزار محور در صنعت تلکام استفاده شود که نتایج آن در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴: نتایج آزمون فریدمن

متغیرها	میانگین رتبه‌ها ^۱	آماره آزمون ^۲	سطح معنی‌داری ^۳
موانع پذیرش	۴/۵	۷۹/۰۵	۰/۰۰۰
تأثیرات تجاری	۴/۵۶		
منافع پذیرش	۵/۹۹		
عوامل به‌کارگیری	۵/۹۷		

بنا بر نتایج جدول بالا، میزان سطح معنی‌داری از ۰/۵ کمتر است، بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت، توجه به منافع پذیرش و روش و عوامل به‌کارگیری بیشتر بوده و بازیگران صنعت تلکام ایران آمادگی و نگرش قابل قبولی برای پذیرش شبکه‌های نرم‌افزار محور دارند.

نتیجه‌گیری

با توجه به گسترش فناوری‌های نوین مثل اینترنت اشیاء، رایانش ابری، هوش مصنوعی و ظهور بازارهای عمودی جدید مثل شهر هوشمند، خودرو هوشمند، صنعت هوشمند و ...، ضرورت تحول دیجیتال و بهره‌گیری از فناوری‌های جدید مثل شبکه‌های نرم‌افزار محور، توابع مجازی‌سازی شده و ... در صنعت تلکام ایران، همگام با شرکت‌های برتر و پیش‌رو در دنیا مثل وریزون، ودافون و ... ضروری بوده و لزوم سنجش مداوم سطح آمادگی و طرح‌ریزی و بهبود مستمر روش‌ها مورد تأکید است. این پژوهش با این رویکرد به بررسی سنجش آمادگی صنعت تلکام ایران پرداخت (موضوع مشابهی در تحقیقات داخلی پیدا نشد).

نتایج بررسی نشان داد که به‌کارگیری شبکه‌های نرم‌افزار و تحقق سفر اول تحول دیجیتال تلکامی، از الزامات اولیه است و متولیان امر در صنعت تلکام ایران با اولویت دادن بر شاخص‌های منافع استفاده مثل افزایش توانایی ادغام فناوری‌ها با استفاده از رایانش ابری، کاهش هزینه‌های سخت‌افزاری شبکه، افزایش درآمد، کاهش هزینه‌های مدیریت شبکه، بهبود عملکرد، انعطاف‌پذیری شبکه و ... استفاده از این فناوری را مورد تأکید قرار داده‌اند و البته در کنار این ضرورت، توجه به تربیت نیروی متخصص، رفع چالش‌های امنیتی، موضوعات مرتبط با تأمین‌کنندگان از تردیدهای جدی مطرح شده است. از این‌رو پیشنهادهای ذیل برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود.

✓ بررسی موانع و راهکارهای برون‌رفت برای پذیرش شبکه‌های نرم‌افزار محور در صنعت تلکام ایران

تحلیل پاسخ‌های ارائه‌شده بیانگر این موضوع است که صنعت تلکام ایران به‌واسطه کمبود نیروی متخصص راه‌اندازی، نگهداشت، تأمین امنیت و ...، عدم دسترسی به شرکت‌های مرجع ارائه‌دهنده خدمات و محصولات مرتبط مثل اریکسون، سیسکو و ... به جهت تحریم و ضعف ارتباطات بین‌الملل، تردید درخصوص پایداری و دسترس‌پذیری شبکه‌های نسل جدید و سایر موارد مشابه، ورود جدی به مقوله مهاجرت به زیرساخت‌های ابری و نرم‌افزار محور نداشته است. بدون شک گسترش تحقیقات و پژوهش‌ها در کنار انجام اقدامات عملی برای برون‌رفت از وضعیت فعلی به‌طور مستمر می‌بایستی مورد پیگیری قرار گیرد.

✓ تأثیرات تجاری شبکه‌های نرم‌افزار محور

یکی از آثار مورد تأکید در بهره‌گیری از شبکه‌های نرم‌افزار محور بحث مقیاس‌پذیری و سهولت توسعه زیرساخت‌ها است. این مهم در کشور ما به‌واسطه ضعف در توسعه بازارهای افقی هوشمند مثل صنایع نسل ۴، سلامت هوشمند، اپراتورهای مجازی و توسعه فناوری‌های پیش‌ران در هوشمند سازی مثل رایانش ابری، اینترنت اشیاء و سایر موارد مشابه، نتوانسته جذابیت‌های لازم برای توجه به منافع تجاری جدید برجسته کند. پیشنهاد

می شود در خصوص مدل های کسب های نو مثل پلتفرمی، سرویس محور و خلق فرصت های چشمگیر، مطالعات مرتبط با حوزه و راهکارهای شرکت های پیش رو مثل ودافون، وریزون و ... پیگیری و مورد مطالعه قرار گیرد.

منابع

- حسینی نسب س، شامی زنجانی م، قلی پور آ. ۱۴۰۰. ارائه چارچوب وظایف مدیر ارشد دیجیتال به عنوان حکمران تحول دیجیتال در سازمان. مطالعات منابع انسانی، شماره ۱۱۱۱- ۲۵-
یادگاری و، حکاک ا. ۱۴۰۰. شناسایی استراتژی های صنعت مخابرات در توسعه اینترنت اشیاء با رویکرد فرا ترکیب (ویژه نامه تحول دیجیتال)، نشریه علوم رایانش و فناوری اطلاعات، مجلد ۱۹، شماره ۲
- Balasubramanian V, Aloqaily M, Reisslein M. 2021. An SDN architecture for time sensitive industrial IoT. *Computer Networks*, 186, 107739.
- Dawadi B R, Rawat D B, Joshi S R, Manzoni P & Keitsch M M. 2021. Migration cost optimization for service provider legacy network migration to software- defined IPv6 network. *International Journal of Network Management*, 31(4), e2145.
- D'Amico V, Lombardo A, Melita M, Rametta C & Schembra G. 2019. An SDN/NFV telco operator platform for video broadcasting. *IEEE Communications Magazine*, 54(10), 122-128.
- Deloitte Report. 2020. outlook for the US telecommunications, media, and entertainment industry.
- Deloitte report. 2020. To be or not to be The future of the telco business model.
- Ericsson report. 2019. "Moving up the IoT value chain: How leading telecom service providers are doing it".
- Gharib E. 2019. How does the Digital Transformation Change the Strategy of a Telecommunication Company
- Ghorab St-Hilaire. 2022. SDN-based Service Discovery and Assignment Framework to Preserve Service Availability in Telco-based Multi-Access Edge Computing. In 2022 IEEE 6th International Conference on Fog and Edge Computing (ICFEC) (pp. 100-104). IEEE.
- IMD, DIGITAL VORTEX REPORT. 2021. pp. 19-21.
- Kumar A & Nahata H R. 2021. Synthesis of Cloud Technologies and Telco NFV Transformation—A Perspective. In 2021 IEEE 4th 5G World Forum (5GWF) (pp. 147-152). IEEE.
- Krüssel, P. & Rauscher. 2019. Future Telco. Springer International Publishing.
- Long T B & Young W. 2022. Supply Chain Climate Change Mitigation Strategies and Business Models. In *World Scientific Encyclopedia of Business Sustainability, Ethics and Entrepreneurship* (pp. 49-87).
- Martin C. 2019. Telco digital transformation: The conditions, journeys, and destinations
- Mapingire K, Smuts H, Merwe A. V. D. 2021. Components of a Digital Transformation Strategy: A South African Perspective. In *Proceedings of Sixth International Congress on Information and Communication Technology* (pp. 437-447). Springer, Singapore.
- Moussaoui M, Bertin E & Crespi N. 2022, July. Telecom Business Models for Beyond 5G and 6G networks: Towards Disaggregation?. In 2022 1st International Conference on 6G Networking (6GNet) (pp. 1-8). IEEE.
- OECD Digital Economy Outlook. 2020. pp. 12-13.
- Shang, Y. 2022. Tencent's Business Model and Business Strategy. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 4(2), 29-33.
- Sanders G. 2022. Open for Business: Business Models for Innovation with Modular Open Systems Approaches. Acquisition Research Program.
- Saravanan S. 2019. Telecommunication Industry readiness on SDN NFV in Access network
- Tayyaba S. K, Shah M. A, Khan O. A, Ahmed A. W. 2017, July. Software defined network (sdn) based internet of things (iot) a road ahead. In *Proceedings of the international conference on future networks and distributed systems* (pp. 1-8).
- Teichert R. 2019. Digital transformation maturity: A systematic review of literature. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*.
- UNCTAD, DIGITAL ECONOMY REPORT, pp. 11-12, 2021. Capgemini, "Digital Telco Transformation Remaking Core Platforms to Enable a Digital Future", pp. 8-9, 2020.
- Verizon report. 2019. Embracing the disruptive power of software-defined networking.
<https://www.verizon.com/>
<https://www.att.com/>
<https://www.vodafone.com/>
<https://www.idc.com/>
<https://www.deloitte.com/>