

Clarifying the Role of Governance in the Development of IoT Technological Innovation System in Iran

Hamze Sadeghizadeh

PhD Candidate in Technology Management;
School of Management, Economics and Progress Engineering;
Iran University of Science and Technology (IUST); Tehran, Iran;
Email: h_sadeghizadeh@pgre.iust.ac.ir

Amirhossein Davaei Markazi*

PhD in Mechanical Engineering; Professor; School of Mechanical Engineering; Iran University of Science and Technology (IUST); Tehran, Iran Email: markazi@iust.ac.ir

Saeed Shavvalpour

PhD in Economics Science; Assistant Professor;
School of Management Economics and Progress Engineering;
Iran University of Science and Technology (IUST); Tehran, Iran;
Email: shavvalpour@iust.ac.ir

Iranian Journal of
**Information
Processing and
Management**

Received: 31, Aug. 2021 | Accepted: 28, Dec. 2021

Abstract: The widespread use of IoT technology as one of the digital technologies following the Fourth Industrial Revolution will bring vital dependence on this technology to a very high level in the coming years. Despite the emergence of unique opportunities for social and industrial growth and development resulting from the use of this technology, if countries passively deal with it, they will face very serious threats such as violations of privacy, public safety and security etc. In this study, relying on a descriptive-survey approach in the historical analysis of the Internet of Things in Iran over the last decade, the role of governance and the relationship between its functions in terms of making policy, regulation, facilitation, and service provision are explained. In particular, key processes in the IoT innovation system, such as knowledge development and diffusion, entrepreneurial experimentations, resource mobilization, market formation, influence on the direction of research, legitimization, and development of positive externalities, have been considered. In this regard, the research findings after 21 in-depth interviews with representatives of the structural components of the IoT innovation system, including actors, institutions, networks, and

* Corresponding Author

Iranian Research Institute
for Information Science and Technology
(IranDoc)

ISSN 2251-8223

eISSN 2251-8231

Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA

Vol. 38 | No. 1 | pp. 139-168

Autumn 2022

<https://doi.org/10.35050/JIPM010.2022.016>



developers of knowledge products, are analyzed in three stages of open, axial and selective coding. The main result of this study is to explain that part of governance functions which affect the components and indexes of key processes in the IoT technological innovation system. The subject opens new research horizon and remarkable literature for the following researchers, as well as bringing practical solutions for technology development policy-makers at the national level.

Keywords: Technological Innovation System (TIS), Internet of Things (IoT), Industry 4.0, Governance Functions, Historical Analysis

تبیین نقش حکمرانی در توسعه نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا در ایران

حمزه صادقی زاده

دانشجوی دکتری مدیریت فناوری؛
دانشکده مدیریت، اقتصاد و مهندسی پیشرفت؛
دانشگاه علم و صنعت ایران؛ تهران، ایران؛
h_sadeghizadeh@pgre.iust.ac.ir

امیرحسین دوائی مرکزی

دکتری مهندسی مکانیک؛ استاد؛ دانشکده مهندسی
مکانیک؛ دانشگاه علم و صنعت ایران؛ تهران، ایران؛
markazi@iust.ac.ir

سعید شوالپور

دکتری علوم اقتصادی؛ استادیار؛ دانشکده مدیریت،
اقتصاد و مهندسی پیشرفت؛ دانشگاه علم و صنعت ایران؛
تهران، ایران shavvalpour@iust.ac.ir



مقاله برای اصلاح به مدت ۱۸ روز نزد پدیدآوران بوده است.

پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۶

دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۲

چکیده: استفاده فراگیر از فناوری اینترنت اشیا به عنوان یکی از فناوری‌های دیجیتال ذیل انقلاب صنعتی چهارم، وابستگی حیاتی به این فناوری طی سال‌های آینده را به سطح بسیار بالایی خواهد رساند. به‌رغم ظهور و بروز فرصت‌های بی‌نظیر برای رشد و توسعه اجتماعی و صنعتی ناشی از به‌کارگیری این فناوری، در صورت برخورد انفعالی کشورها با این امر، تهدیدهای بسیار جدی مانند نقض حریم خصوصی، ایمنی و امنیت عمومی و امثال آن در برابر مافزار خواهد گرفت. در این پژوهش با تکیه بر رویکرد توصیفی-پیمایشی در تحلیل تاریخی تحقیق و توسعه اینترنت اشیا در ایران، طی تقریباً یک دهه اخیر، به تبیین نقش حکمرانی و ارتباط کارکردهای آن از منظر سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیل‌گری، و تأمین‌کنندگی پرداخته شده است. به‌طور خاص، فرایندهای کلیدی در نظام نوآوری اینترنت اشیا مانند توسعه و انتشار دانش، تجربه‌های کارآفرینانه، بسیج منابع، شکل‌گیری بازار، اثرگذاری در مسیر تحقیق، کسب مشروعیت، و ایجاد آثار خارجی مثبت مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا، یافته‌های پژوهش پس از انجام ۲۱ مصاحبه عمیق با نمایندگان از اجزای ساختاری نظام نوآوری اینترنت اشیا، شامل بازیگران، نهادها، شبکه‌ها، و توسعه‌دهندگان دانش و محصولات، طی سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی مورد تحلیل قرار گرفته است. از مهم‌ترین نتایج این پژوهش می‌توان به کشف و

نشریه علمی | رتبه بین‌المللی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
(ایرانداک)

شایا (جایی) ۲۲۵۱-۸۲۲۳

شایا (الکترونیکی) ۲۲۵۱-۸۲۳۱

نمایه در SCOPUS و LISTA، ISC،

jipm.irandoc.ac.ir

دوره ۳۸ | شماره ۱ | صص ۱۳۹-۱۶۸

پاییز ۱۴۰۱

<https://doi.org/10.35050/JIPM010.2022.016>



تبیین ارتباط مستقیم، معنادار، و قابل توجه میان کارکردهای حکمرانی با شاخص‌های احصاکننده فرایندهای کلیدی و هفت گانه موجود در نظام نوآوری اینترنت اشیا کشور اشاره نمود؛ موضوعی که افق تحقیقاتی نوین و ادبیات قابل توجهی در اختیار پژوهشگران علاقه‌مند به این حوزه قرار می‌دهد، و نیز راهکارهای عملی برای سیاست‌گذاران توسعه فناوری در سطح کشور به همراه دارد.

کلیدواژه‌ها: نظام نوآوری فناورانه، اینترنت اشیا، انقلاب صنعتی چهارم، کارکردهای حکمرانی، تحلیل تاریخی

۱. مقدمه

در نخستین انقلاب صنعتی که از اواخر قرن هجدهم میلادی آغاز شد، کارخانه‌های تولید مکانیزه مبتنی بر نیروی آب و بخار محور تحول بوده‌اند. در ابتدای قرن بیستم، دنیای صنعت شاهد دومین انقلاب با تکیه بر کاربرد انرژی برق در تولید انبوه بوده است. در آغاز دهه ۷۰ میلادی صنعتی‌سازی سومین تحول شگرف در خودکارسازی تولید با تکیه بر الکترونیک و فناوری اینترنت را در خود دیده است. در این میان فناوری اینترنت اشیا، متشکل از چهار لایه فناورانه حسگرها، شبکه ارتباطی، پلتفرم و برنامه‌های کاربردی (شاهینی و همکاران، زودآیند)، از چنان اهمیتی برخوردار است که «لوکاک» در پژوهش خود اصول انقلاب صنعتی چهارم را در آن دیده است (Lukač 2015). بر اساس پژوهش میدانی که در سال ۲۰۱۹، صورت گرفت، برخی حوزه‌های کاربردی اینترنت اشیا نظیر شهر هوشمند، صنعت حمل‌ونقل هوشمند، کشاورزی هوشمند، و سلامت هوشمند در کشور ایران در حال ظهور هستند (Sadeghizadeh, Markazi and Shavvalpour 2019).

اینترنت اشیا تنها به کاربردهای مورد نیاز جامعه حقیقی ختم نمی‌شود، بلکه تعداد قابل توجهی از کاربردهای این فناوری در زنجیره تأمین (صیادی، صفری و قبادی پویا، زودآیند) و نیز تعامل با ماشین‌آلات، ربات‌ها و تجهیزات است (Bandyopadhyay and Sen 2011). در این راستا «دینگ» و همکاران در پژوهش خود کاربردهای فناوری را از منظر تعامل با کاربر حقیقی یا ماشین، و بر روی مقیاس‌های کم تا زیاد داده دسته‌بندی و دریافته‌اند که اکثر کاربردهایی که در تعامل با کاربران و افراد حقیقی جامعه مطرح است، حجم قابل توجهی از داده را مبادله می‌کنند (Ding et al. 2020)؛ داده‌هایی که عمدتاً

از درون حریم خصوصی اعضای جامعه بر روی شبکه‌هایی محلی تا جهانی قرار می‌گیرند و می‌توانند آثار منفی زیادی به‌دنبال داشته باشند (Ammar, Russello and Crispo 2018). تهدید امنیتی (جانی و مالی) در سطوح فردی و جامعه نیز چالشی دیگر است که به کار بردن اینترنت اشیا در هر مقیاسی با آن روبه‌روست (Deep et al. 2020). این مسائل، در کنار چالش‌های زیرساختی نزد کشورهای در حال توسعه که وابستگی زیادی به کشورهای پیشرو در فناوری اینترنت اشیا دارند، اهمیت حکمرانی و برخورد متناسب با اینترنت اشیا را بیش از پیش ضروری می‌نماید (Jacobs et al. 2020).

به‌رغم همه فرصت‌ها و تهدیدها، موانع و چالش‌های فنی و غیرفنی که پیرامون فناوری اینترنت اشیا وجود دارد، فعالان موجود در زیست‌بوم اینترنت اشیا بایستی توجه ویژه‌ای به توسعه و بومی‌سازی حداکثری این فناوری داشته باشند؛ زیست‌بومی که در آن نقش حکمرانی^۱ به‌واسطه دست داشتن منابع و نیز مرجعیت تنظیم‌گری بسیار پررنگ است (AlEnezi, AlMeraj and Manuel 2018). بنابراین، اتخاذ رویکرد سیستمی که در آن نقش و جایگاه حکمرانی به‌خوبی دیده شود، ضروری است (Almeida, Goh and Doneda 2017). این موضوع در ادبیات نظری نظام‌های نوآوری نیز کمتر مورد توجه پژوهشگران پیشین واقع شده و حتی در مورد فناوری‌های دیجیتال شکاف نظری قابل توجهی وجود دارد.

در محدود پژوهش‌های پیشین که به حکمرانی توسعه یک نظام نوآوری فناوریانه^۲ پرداخته شده، توجه محققان پیشین به لزوم پاسخ‌دهی به پرسش‌های سه‌گانه «چه کسی؟»، «چه چیزی؟» و «چگونه؟» و نیز در زمینه فناوری‌های پایدار که خواستگاه نظام‌های نوآوری فناوریانه است، محدود شده است (Hillman et al. 2011)؛ در حالی که هم‌اکنون در انقلاب صنعتی چهارم و در تعامل با نوآوری‌های فناوریانه و دیجیتال مانند اینترنت اشیا که با چالش‌هایی چون حریم خصوصی، ایمنی و امنیت عمومی، و غیره سروکار دارد، به‌سر می‌بریم. چالش‌هایی که به اعتقاد نویسندگان نیازمند راه‌کاری علمی، عملی، اختصاصی و نیز فراتر از پاسخ‌دهی به پرسش‌های کلی مطرح در حوزه حکمرانی و یا تعیین اجزای ساختاری و کارکردی برای یک نظام نوآوری فناوریانه است.

از سوی دیگر، با توجه به این که ساختار نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا ایران بعد از گذشت بیش از هفت سال از نخستین فعالیت‌های پژوهشی دست‌اندرکاران کشور

هنوز ایجاد نشده است و برخی اجزا به‌ویژه نهادها که به‌تازگی در حال شکل‌گیری و شکل‌دهی هستند، فرایندهای کارکردی نظام نوآوری اینترنت اشیا که طی سال‌های اخیر صورت گرفته، عمدتاً نامنسجم، تکراری، و موازی کارانه بوده‌اند. از نظر نویسندگان، عدم انسجام در شکل‌دهی ساختار و فرایندهای نظام نوآوری اینترنت اشیا در کشور طی سالیان گذشته بیش از هر چیز نشان‌دهنده نبود عنصر حکمرانی در نظام مذکور است که بتواند افزون بر تعیین پاسخ به پرسش‌های سه‌گانه فوق، کارکردها و سبک‌های حکمرانی متناسب با پویایی‌های کارکردی موجود درون نظام نوآوری فناورانه‌ای مانند اینترنت اشیا را مورد توجه قرار دهد. از این رو، پرسش اصلی پژوهش حاضر عبارت است از: حکمرانی و کارکردهای آن در ایران، چه ارتباطی با توسعه نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا دارند؟ در ادامه، پس از ارائه مبانی نظری و پیشینه پژوهش، در بخش دوم پیرامون نظام نوآوری فناورانه، حکمرانی، و اینترنت اشیا، به‌ترتیب طی بخش‌های سوم و چهارم به روش‌شناسی تحقیق و ارائه نتایج بررسی‌های میدانی پرداخته شده و سرانجام، پس بحث و نتیجه‌گیری پیرامون یافته‌ها و مقایسه نتایج با مطالعات پیشین، پیشنهادهایی سیاستی و پژوهشی برای علاقه‌مندان به این حوزه ارائه گردیده است.

۲. مبانی نظری

در سال‌های اخیر، اتخاذ رویکردهای غیرخطی به نوآوری بیش از پیش رواج یافته است. به‌طوری که ایرادات وارد بر رویکردهای خطی را که نسبت به تأثیر تعاملات میان اجزای ساختاری و کارکردی در نوآوری‌های فناورانه بی‌توجه بوده، برطرف ساخته است. اینترنت اشیا از جمله نوآوری‌های فناورانه به‌شمار می‌آید که افزون بر تعاملات گسترده درون یک اکوسیستم، از عوامل دیگری نظیر حکمرانی متأثر است (صادقی‌زاده، مرکزی و شوال‌پور ۱۳۹۸). در ادامه، ضمن مرور مفاهیم پیرامون رویکرد سیستمی متناسب با اینترنت اشیا، به تشریح ضرورت نقش و جایگاه حکمرانی در توسعه فناوری مذکور پرداخته شده است.

۲-۱. نظام نوآوری فناورانه

نظام نوآوری فناورانه به‌عنوان یک نظام اجتماعی-فنی تعریف می‌شود که توسعه، انتشار و استفاده از یک فناوری یا یک حوزه فناورانه به‌عنوان هدف اصلی آن شناخته

می‌شود (Lundvall 2010). اگرچه تعریف حوزه و نوآوری فناوریانه به‌عنوان یک نقطه شروع برای مشخص کردن سیستم استفاده می‌شود، آن را به‌منزله یک بخش، مهم‌تر از سایر بخش‌ها، تلقی نمی‌کند (Nelson 1993). فناوری می‌تواند به یک حوزه دانشی مانند نانوفناوری و یا پردازش سیگنال و یا یک محصول برای کاربردهای اختصاصی مربوط شود. از طرفی، بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته توسط محققان، ساختار و کارکردهای یک نظام نوآوری فناوریانه می‌تواند درون مرزهای ملی، منطقه‌ای و بخشی تعیین گردد (Asheim and Isaksen 2002; Asheim et al. 2003).

۲-۱-۱. اجزای ساختاری

بعد ساختاری یک نظام نوآوری فناوریانه با مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده آن -دانش و محصولات، بازیگران، شبکه‌ها و نهادها- توصیف می‌گردد. بازیگران می‌توانند به‌صورت مستقل و انفرادی تعریف شوند، ولی گرایش عمده به سمت این موضوع است که نظام‌های نوآوری شبکه‌هایی هستند که بازیگران، دانش درونی و منابع را با هم مرتبط و هماهنگ می‌کند (and Stankiewicz 1991; Bergek et al. 2008 Carlsson). نوآوری یک فرایند مشارکتی است که دربردارنده بازیگران بسیاری در سطوح گوناگون (مانند بخش خصوصی، دانشگاه‌ها، بخش دولتی و سازمان‌های غیرانتفاعی^۱ (NGO) و نیز انجمن‌های غیررسمی^۲) است. این بازیگران می‌توانند به شیوه‌های مختلف و در نقش‌های تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، کاربران و یا سیاست‌گذاران با یک حوزه و نوآوری فناوریانه مرتبط گردند. دانش و محصولات، بازیگران، و شبکه‌ها ذیل نهادها قرار می‌گیرند که شکل‌دهنده تعاملات در قالب محدودیت‌های اجتماعی یا قواعد بازی هستند (North 2002; Carlsson et al. 1994). مؤلفه‌های ساختاری سیستم به شیوه‌های گوناگون با یکدیگر ارتباط نزدیکی دارند. به‌طوری که بازیگران و شبکه‌ها، نهادها را شکل می‌دهند و جلو می‌برند. از طرفی، نهادها در محصولات و اقدامات و ادراکات بازیگران نهفته‌اند و دانش و محصولات نیز می‌توانند نهادها را ایجاد و محدود کنند. نهادها نیز می‌توانند شرایط انجام فعالیت بازیگران را تنظیم نمایند. برخی عوامل خارجی نیز از درون نظام نوآوری فناوریانه مورد تفسیر واقع می‌شوند و تأثیر عملی این عوامل را در نظام نوآوری فناوریانه تعیین می‌نمایند (Sanden and Azar 2005).

1. non-governmental organization (NGO)

2. less formal associations

۲-۱-۲. فرایندهای کلیدی

بر اساس مطالعات نظام‌های نوآوری، یک نظام نوآوری دارای رفتار خطی نیست و با حلقه‌های متعدد بازخورد و تأثیرهای بیرونی مشخص می‌شود. برای درک پویایی سیستم، محققان نظام نوآوری فناورانه تعدادی از فرایندهای کلیدی یا کارکردهای سیستم را توصیف کرده‌اند که برای تحقق کارکرد کلی سیستم یا همان توسعه، انتشار و استفاده از فناوری و یا حوزه دانشی خاصی، ضروری است (Bergek et al. 2008; Hekkert et al. 2007; Bergek 2002). در جدول ۱، دسته کارکرد رایج با همپوشانی قابل توجه برای یک نظام نوآوری فناورانه مطرح شده است.

جدول ۱. کارکردهای رایج و ارائه شده برای نظام نوآوری فناورانه

مدل Bergek et al. (2008)	مدل Hekkert et al. (2007)	شرح Hillman et al. (2011)	شاخص‌ها برای اینترنت اشیا Kao, Nawata and Huang (2019)
توسعه و انتشار دانش	توسعه دانش	گسترش و عمق مبنای دانشی نظام نوآوری فناورانه، و انتشار و ترکیب آن	انجام مطالعات امکان‌سنجی، ارزیابی و تحقیقات بازار اینترنت اشیا، توسعه فناوری‌های مکمل، شبکه همکاری فناورانه و پژوهشی
تجربه‌های کارآفرینانه	فعالیت‌های کارآفرینی	جست‌وجوی کارآفرینانه فناوری‌ها و برنامه‌های کاربردی جدید	آموزش حرفه‌ای، راه‌اندازی کمپین‌های ترویجی برگزارکنندگان / کارگاه / سمینار نشسته تخصصی، برپایی نمایشگاه‌ها و جشنواره‌ها
اثرگذاری در مسیر تحقیق	هدایت تحقیق	تدوین مشوق‌ها برای تحریک بازیگران جهت ورود به نظام نوآوری فناورانه برای جهت‌دهی فعالیت‌های پژوهشی آن‌ها به بخش‌های خاصی از نظام نوآوری فناورانه	هدف‌گذاری توسعه اینترنت اشیا، طراحی قوانین و مقررات (رگولاتوری) مطلوب، انتشار انتظارات و ترجیحات، جهت‌دهی به توسعه
شکل‌گیری بازار	شکل‌گیری بازار	تحریک تقاضا، تدوین استانداردها و زمان‌بندی، اندازه و نوع بازاری که باید شکل بگیرد	اعطای یارانه‌های اختصاصی، برنامه‌های خرید و تدارکات دولتی، اصلاحات رگولاتوری، تعیین استانداردهای (استانداردسازی) اینترنت اشیا

مدل Bergek et al. (2008)	مدل Hekkert et al. (2007)	شرح Hillman et al. (2011)	شاخص‌ها برای اینترنت اشیا Kao, Nawata and Huang (2019)
بسیج منابع	تأمین و تخصیص منابع	تأمین منابع تا جایی که نظام نوآوری فناوریانه قادر به بسیج سرمایه‌ها و توانمندی‌های انسانی و سرمایه‌های مالی باشد.	اختصاص بودجه‌های تحقیق و توسعه، ارائه کمک‌هزینه‌های مالی و وام‌ها، ارائه برنامه‌های تحصیلی در زمینه اینترنت اشیا، بسیج منابع انسانی، تأمین مالی توسعه مقیاس پروژه‌های اینترنت اشیا
کسب مشروعیت	حمایت توسط گروه‌های پشتیبان	پذیرش اعضای جامعه و انطباق با نهادها و هنجارهای اجتماعی	قدرت لابیگری، ظهور و رشد گروه‌های علاقه‌مند به اینترنت اشیا، پذیرش اجتماعی
ایجاد آثار خارجی مثبت	-	وجود نیروی کار ترکیبی، سرریزهای دانشی به حوزه‌های مشابه	نیروی کار ترکیبی، سرریز دانشی، محصولات تخصصی واسطه‌ای، زیرساخت مکمل

۲-۲. مفهوم‌سازی حکمرانی

«اسکات» در مفهوم عام، حکمرانی را مجموعه گسترده‌ای از ظرفیت‌ها و منابع برای اعمال قدرت بر دامنه گسترده‌ای از فعالان دولتی، غیردولتی و فراملی تعریف می‌کند (Scott 2004). «بنز» نیز در پژوهش خود با عنوان دولت مدرن^۱ حکمرانی را هدایت کلیه اعضای وابسته به هم، ذیل نظامات قانونی برمی‌شمرد (Benz 2011). از نظر «یونیدو»^۲، حکمرانی قوانین حاکم بر یک سیستم سیاسی تعریف شده است؛ به طوری که تعارضات میان بازیگران را مدیریت کرده و تصمیم‌گیری می‌کند (قانونمندی)، و برای توصیف کارکردهای نهادهای مختلف، و پذیرش آن‌ها توسط جامعه نیز کاربرد دارد (مشروعیت)، و سرانجام، به‌عنوان اثربخشی دولت و رسیدن به اجماع از مسیرهای دموکراتیک نیز استفاده شده است (مشارکت) (Glaser and Glaser 2014).

از نظر پژوهشگران نظام‌های نوآوری، حکمرانی به مجموعه‌ای از سیستم‌ها، فرایندها و کارکردها گفته می‌شود که دولت‌ها و حکومت‌ها برای تعامل با ذی‌نفعان مختلف، برنامه و تعیین اولویت‌ها، پیاده‌سازی سیاست‌ها و ارزیابی اثربخشی استفاده می‌نمایند (حاجی‌حسینی و همکاران ۱۳۹۰). حکمرانی بر توجه به بازیگران گوناگون، طیف گسترده‌ای از بازیگران خصوصی و دولتی تأثیرگذار بر نظام نوآوری فناوریانه

1. der moderne staat (German phrase)

2. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)

که فعالیت‌های حکمرانی را بر عهده دارند، تأکید دارد (Markard and Truffer 2008). پژوهشگران و محققان متعددی به فعالیت‌های حکمرانی خاصی مانند فعالیت‌های نمادین، شبکه‌سازی‌ها، تدارکات دولتی، فروش در بازارهای قابل اطمینان، یارانه، و لزوم پرداختن به برنامه‌های اختصاصی مانند تثبیت قیمت در بازار یک حوزه فناورانه اشاره کرده‌اند (Edquist and Hommen 2000; Jacobsson and Bergek 2004; Jacobsson and Lauber 2006; Nygaard 2008; Pierre and Peters 2005).

کارکردهای حکمرانی: در ادبیات حکمرانی، کارکردهای حکمرانی با طیف مختلفی از تقسیم‌بندی‌ها و رویکردها روبه‌روست. به‌طوری که برخی پژوهشگران تنها سه کارکرد تأمین‌کنندگی، توزیع‌کنندگی و تنظیم‌گری را برای حکمرانی در نظر گرفته‌اند. در برخی پژوهش‌های دیگر، کارکردهای حکمرانی به‌صورت گسترده‌تر و در قالب کارکردهای سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تسهیلگری و تأمین/ارائه کالا و خدمات با تعاریف و مفاهیم اختصاصی در نظر گرفته شده است؛ به‌طوری که کارکرد سیاست‌گذاری بخش‌هنجاری و یا ایدئولوژیک حکمرانی به‌شمار می‌رود و در آن بایدها و نبایدهای پیش روی جامعه توسط حاکمیت تعیین می‌گردد (Abert 1974). کارکرد تنظیم‌گری در بردارنده مداخلات حاکمیتی در فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی، و فناورانه با استفاده از ابزارهای مختلف به‌منظور تحقق و اجرای درست سیاست‌ها و یا منافع عمومی است (Levi-Faur 2011). کارکرد تسهیلگری شامل مجموعه اقداماتی است که در راستای توانمندسازی بازیگران و ذی‌نفعان مختلف برای فعالیت مفید و هم‌افزایی میان آنان نقش‌آفرینی می‌کند. و سرانجام، کارکرد تأمین‌کنندگی در راستای تأمین رفاه کلیه ذی‌نفعان به ارائه خدمات و محصولات مورد نیاز حتی در صورت نیاز به تأمین از خارج می‌پردازد (Scott 2004).

سبک‌های حکمرانی: این که کارکردهای فوق در یک نظام نوآوری چگونه شکل می‌گیرد نیز مشخص‌کننده سبک‌های حکمرانی است که خود در بردارنده دسته‌بندی‌های مختلفی است. با این حال، حداقل چهار سبک برای حکمرانی یک نظام نوآوری فناورانه مشخص وجود دارد: تنظیم‌گری، بازاری، هنجاری، و شناختی (Hillman et al. 2011). در سبک تنظیم‌گری به مقررات‌گذاری و استانداردگذاری یک حوزه فناورانه پرداخته می‌شود. در سبک بازاری، اصلاح و تعدیل مشوق‌های اقتصادی برای بازیگران بازار محوریت حکمرانی است که در قالب سیاست‌های طراحی بازار، مشوق‌های مالیاتی،

یارانه‌ها، و حمایت از سرمایه‌گذاری ارائه می‌گردد. سبک شناختی^۱ بر توسعه دانش و ایجاد وفاق و رضایت بازیگران در ارتباط با مشکل و راهکارهای آن متمرکز است. این سبک در سیاست‌هایی مانند پشتیبانی از تحقیق و توسعه، آینده‌نگاری فناوریانه و نیز شبکه مشارکت عمومی-خصوصی به کار برده می‌شود که مشابه مفاهیم مطرح در سبک‌های شبکه‌ای و مشارکتی در حکمرانی است. محوریت سبک هنجاری^۲ نیز توسعه بر مبنای ارزش‌ها، اعتقادات و ترجیحات اعضای جامعه توسط بازیگران یک نظام نوآوری فناوریانه است (Scott 2013).

ابعاد و ترتیبات حکمرانی: به اعتقاد پژوهشگران سه بعد اصلی حکمرانی عبارت‌اند از: بعد سیاسی، بعد سیاستی، و بعد نحوه اجرا. در این راستا، «هیلمن» با طرح سه پرسش کلیدی-توصیفی «چه کسی حکمرانی می‌کند؟» که نشان‌دهنده سطح و مشارکت بازیگران علاقه‌مند در شروع و هماهنگی است، «چگونه حکمرانی می‌کند؟» که نشان‌دهنده سبک حکمرانی و تمرکز بر تقاضا/عرضه است، و «بر چه چیزی حکمرانی می‌کند؟» که نشان‌دهنده هدف یک نظام نوآوری فناوریانه و ویژگی‌های فناوری است، به تبیین ترتیبات حکمرانی در یک نظام نوآوری فناوریانه پرداخته است (Hillman et al. 2011). آنچه پیش از این در قالب اجزای ساختاری نظام نوآوری، سبک‌های حکمرانی، و کارکردهای رایج نظام نوآوری فناوریانه (جدول ۱) آمده است، به ترتیب، در راستای پاسخ به پرسش‌های فوق است.

۳. پیشینه پژوهش

پژوهش‌های معدود قبلی پیرامون مفاهیم «حکمرانی اینترنت اشیا»، «نظام نوآوری اینترنت اشیا» و «حکمرانی نظام نوآوری فناوریانه» به صورت جداگانه و پراکنده بوده است. برای نمونه، «کائو، ناواتا و هوآنگ» به بررسی عوامل مؤثر بر پایداری صنعتی اینترنت اشیا پرداخته‌اند. در این مطالعه، که مبتنی بر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است، به ارائه مدل ارزیابی کارکردهای سیستمی نظام نوآوری فناوریانه به منظور پایداری اینترنت اشیا در صنعت ساخت کشور تایوان پرداخته‌اند (Kao, Nawata and Huang 2019).

در میان محققان داخل کشور «صادقی‌زاده، دوائی مرکزی و شوال‌پور» (۱۳۹۸) نیز به تحلیل کارکردی اینترنت اشیا به عنوان یک نظام نوآوری فناوریانه مبتنی بر پژوهش میدانی

در میان کسب و کارهای ایرانی اینترنت اشیا پرداخته‌اند. در تحقیقی مشابه، «موسی خانی» و همکاران، پویایی‌های کارکردی اینترنت اشیا از دیدگاه نظام نوآوری فناورانه را مورد بررسی قرار داده‌اند؛ به طوری که بر اساس روش‌های میدانی و استفاده از تکنیک دیماتل فازی^۱، عوامل اثرگذار بر توسعه فناوری اینترنت اشیا شناسایی و تعاملات میان آن‌ها مدل‌سازی گردیده است (۱۳۹۹). شایان ذکر است که این پژوهش توجه اصلی سیاست‌گذار را به چهار عامل اصلی، از جمله شکل‌گیری بازار، بسیج منابع، فعالیت‌های کارآفرینانه، و سیاست‌گذاری و ایجاد هماهنگی معطوف می‌سازد.

از سوی دیگر، مفهوم حکمرانی نظام نوآوری فناورانه، در پژوهش «هیلمن» و همکاران بیش از دیگر محققان علاقه‌مند به حکمرانی ذیل رویکردهای سیستمی مورد توجه قرار گرفته است. در پژوهش مذکور، ترتیبات^۲ حکمرانی، که با پاسخ‌دهی به پرسش‌های «چه کسی؟»، «چگونه؟» و «بر چه چیزی؟» حکمرانی می‌کند، به‌عنوان متغیری بیرونی و اثرگذار در فرایندهای کلیدی نظام نوآوری در نظر گرفته شده است (Hillman et al., 2011). «حاجی حسینی» و همکاران، در سطح ملی حکمرانی نظام نوآوری کشور را مورد توجه قرار داده‌اند. به طوری که سه بعد اصلی «تدوین سیاست‌ها و اولویت‌ها»، «طراحی و اجرای برنامه‌ها» و «ارزیابی و یادگیری»، مبتنی بر چرخه سیاست‌گذاری نوآوری، در حکمرانی نظام نوآوری ایران در نظر گرفته شده است (۱۳۹۰).

سرانجام اینکه مفهوم حکمرانی اینترنت اشیا نیز، هرچند به صورت غیرسیستمی، کم‌وبیش مورد توجه محققان پیشین یک دهه اخیر قرار گرفته است؛ به طوری که، گروهی از متخصصان اینترنت اشیا در سطح «اتحادیه اروپا» موضوعات بااهمیت در ارتباط با اینترنت اشیا از جمله معماری، شناسایی، حفظ حریم خصوصی و امنیت، استانداردها، حکمرانی و نیز موضوعات اخلاقی را مورد بررسی و تحلیل قرار داده‌اند. هدف از این تحلیل‌ها و بررسی‌های میدانی، شناسایی آن دسته از نواحی بود که در آن‌ها نیاز به مداخله دولتی جهت حفظ منافع عمومی بوده است (Miazi et al. 2016). بر اساس پژوهش‌های «وبر»، برخی از فعالان در کشورهای اروپایی اعتقاد دارند که طرح‌های مربوط به حکمرانی اینترنت^۳ کفایت می‌کند و فناوری‌های اینترنت اشیا نیز باید با قوانین اجرایی موجود یکپارچه و اجرایی شوند و از تدوین قوانین جداگانه یا تکرار قوانین موجود جلوگیری

1. Fuzzy DEMATEL

2. arrangements

3. internet governance

شود. افزون‌بر این، برخی استدلال کردند که نیازی به تصمیم‌گیری یا تأیید برنامه‌های کاربردی مختلف یا زیرساخت دستگاه‌ها توسط بخش دولتی نیست. با این حال، «وبر» معتقد است که چارچوب حکمرانی اینترنت اشیا مورد حمایت جامعه مدنی و سازمان‌های مصرف‌کننده بوده است؛ چارچوبی که با درک انتظارات ذی‌نفعان مختلف موضوعات مهم امنیت و حریم خصوصی، تبادل‌پذیری^۱، و مسائل اخلاقی را مورد توجه قرار دهد (Weber 2009, 2013). پژوهش‌هایی از این دست، عمدتاً در سطح کلان و با پیشینه حاکمیت و حکومت‌داری و حکم‌فرمایی^۲ مطرح گردیده است، در حالی که مرزهای پژوهش حاضر از یک‌سو به نظام نوآوری فناوریانه و از سوی دیگر، به فناوری اینترنت اشیا ذیل انقلاب صنعتی چهارم محدود می‌شود.

با توجه به کلیه موارد فوق، نویسندگان بر این باورند که ادبیات علمی نظام‌های نوآوری فناوریانه، که خاستگاه آن در کشورهای توسعه‌یافته و عمدتاً پیرامون تجزیه و تحلیل کارکردها برای نوآوری‌ها، فناوری‌ها و صنایعی غیردیجیتالی است، بیشتر با حکمرانی به‌عنوان بخشی از کارکردهای خود برخورد می‌کند. اما از نظر نویسندگان، آنچه تاکنون در ادبیات نظری نظام‌های نوآوری در نظر گرفته نشده، انطباق و تبیین کارکردهای حکمرانی در ارتباط با کارکردهای یک نظام نوآوری فناوریانه است. این شکاف تحقیقاتی برای الگوبرداری توسط محققان کشورهای در حال توسعه در برخورد علمی و به‌دنبال آن عملی با نوآوری‌ها و فناوری‌های دیجیتال که تأثیرات شگرفی در جوامع انسانی و صنعتی دارند، بیش از سایر کشورها محسوس است. در این راستا، پژوهش حاضر با انتخاب حوزه فناوریانه اینترنت اشیا در کشور ایران که شدیداً نیازمند حکمرانی است، شکل گرفته و شرح روش و تحلیل نتایج آن در بخش‌های بعدی آمده است.

۴. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی است و از نظر طبقه‌بندی بر اساس روش، در زمره مطالعات کیفی قرار می‌گیرد، زیرا به‌دنبال کشف روابط و تعامل بین متغیرهای تحقیق است. همچنین، از آنجا که پژوهش حاضر در صدد توصیف نقش و کارکردهای حکمرانی در رابطه با فرایندهای کلیدی نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیاست، از نوع

توصیفی-پیمایشی به‌شمار می‌آید. در این راستا، پس از مطالعات کتابخانه‌ای پیرامون مفاهیم نظام نوآوری فناورانه و حکمرانی اینترنت اشیا، از مصاحبه‌های خبرگی، و نیز مطالعه اسناد و شرح وظایف سازمان‌های مرتبط با هدف شناسایی نقش‌ها و فعالیت‌ها استفاده شده است. شایان ذکر است که به‌دلیل ماهیت اینترنت اشیا و ارتباط آن با دیگر حوزه‌های فناورانه از نظر سرریزهای دانشی مانند کلان‌داده، هوش مصنوعی و غیره، کارکردهای هفت‌گانه موجود در مدل Bergek et al. (2008) شامل کارکرد توسعه آثار خارجی مثبت، به همراه شاخص‌های تعریف‌شده برای اینترنت اشیا (جدول ۱)، ملاک تحلیل تاریخی و انطباق با مهم‌ترین رویدادها و فعالیت‌های سال‌های گذشته در کشور قرار گرفته است. بعد از کسب شناخت کافی از نظام نوآوری اینترنت اشیا در ایران، انجام مصاحبه‌های عمیق با محوریت تبیین نقش و کارکردهای حکمرانی در نظام مذکور با فعالان این حوزه از گروه‌های مختلف، که همگی از اجزای ساختاری نظام نوآوری اینترنت اشیا هستند (جدول ۲)، در دستور کار پژوهش قرار گرفته است.

جدول ۲. مشخصات مصاحبه‌شوندگان

کد اختصاصی ^۱	تعداد مصاحبه‌شوندگان	اجزای نظام نوآوری IoT
I ₁₋₇	۷	بازیگر
I ₈₋₁₃	۶	نهاد
I ₁₄₋₁₇	۴	شبکه
I ₁₈₋₂₁	۴	ارائه‌دهندگان دانش و محصولات

به‌منظور اتخاذ روش نمونه‌گیری، از آنجا که جزئیات نقش حکمرانی در توسعه اینترنت اشیا در کشور مشخص نیست، پس از مصاحبه اولیه با سه نفر از افراد شناخته‌شده در دانشگاه، صنعت، و دولت، از روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی استفاده شده است. در این روش، نمونه مورد تحقیق تا جایی که پژوهشگر تشخیص دهد، به حد کفایت تعداد اعضای نمونه رسیده است، تکمیل می‌گردد. با توجه به شرایط خاص و پاندمی کرونا، در برخی موارد از شبکه‌های اجتماعی در فضای مجازی استفاده شده است. این موضوع روش مورد نظر را در برخی مراحل کار به «نمونه‌گیری گلوله‌برفی مجازی» تغییر داده است.

1. interviewee (I)

همزمان با انجام مصاحبه‌ها، به پیاده‌سازی و تحلیل پاسخ‌های مصاحبه‌شوندگان با رویکرد تحلیل محتوا پرداخته شده است. طی پیاده‌سازی مصاحبه‌ها به بررسی محتوای آشکار و پنهان داده‌های به‌دست‌آمده از گفته‌ها و نوشته‌ها پیرامون چگونگی نقش آفرینی متغیر حکمرانی در فرایندهای نظام نوآوری اینترنت اشیا پرداخته شده است. هدف از این کار، کشف ارتباط میان حکمرانی اینترنت اشیا و فرایندهای هفت‌گانه توسعه نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا، دستیابی به قصد واقعی مصاحبه‌شونده، یافتن شرایط و محیطی که با داده‌ها مرتبط باشد و در نهایت، تحلیل واقع‌بینانه یافته‌ها بوده است.

همان‌گونه که «گیلهم» اشاره می‌کند، فرایند تحلیل داده‌ها شامل شناسایی گفته‌های اساسی و کلیدی، و دسته‌بندی آن‌ها بر حسب مقوله‌هاست (Gilham 2000). در اینجا، مقوله‌های اصلی، همان فرایندهای هفت‌گانه در نظام نوآوری فناوریانه بوده و مقوله‌های فرعی بر اساس پاسخ‌های دریافتی ذیل مقوله‌های اصلی مشخص و دسته‌بندی گردیده است. در این راستا، دو مرحله کدگذاری باز و محوری صورت گرفته است. سرانجام، در پژوهش حاضر به‌جای روایی و پایایی که از لحاظ مبانی فلسفی ریشه در پارادایم کمی دارند، از معیار اعتمادپذیری یا قابلیت اعتماد جهت ارجاع ارزیابی کیفیت نتایج پژوهش کیفی استفاده شده؛ به‌طوری که طبق جدول ۳، برای چهار معیار قابل قبول بودن، انتقال‌پذیری، قابلیت اطمینان و تأییدپذیری استراتژی‌های تأمین و اقدامات اختصاصی صورت گرفته است.

جدول ۳. استراتژی‌های تأمین اعتمادپذیری و اقدامات نویسندگان (دانیایی فرد ۱۳۹۰)

معیار (زیرمعیارها)	استراتژی تأمین	اقدام صورت گرفته
قابل قبول بودن	روایی داده‌های ورودی پژوهش	معرفی مصاحبه‌شوندگان بعدی توسط (در برخی اوقات مجازی) مصاحبه‌شوندگان قبلی
پژوهش	پژوهش	نمونه‌گیری بر مبنای اعتبار انتخاب مصاحبه‌شوندگان بر اساس توصیه متخصصان IoT
روایی تحلیل‌های انجام‌شده در پژوهش	روایی توصیفی	بازخورد مصاحبه‌شونده دریافت نظرات اصلاحی
روایی تفسیری	استفاده از توصیفگرهایی با حداقل مداخله	بهره‌مندی از عبارات توصیفی مانند نقل قول در تفسیرها

معیار (زیرمعیارها)	استراتژی تأمین	اقدام صورت گرفته
انتقال پذیری	استفاده از روش نمونه‌گیری بر مبنای اعتبار	انتخاب مصاحبه‌شوندگان از بین افراد معتبر یعنی مدیران ارشد دولتی و خصوصی فعال در حوزه اینترنت اشیا
قابلیت اطمینان	ممیزی قابلیت اطمینان	ارائه یک تصویر مفصل از زمینه‌ای که پژوهش در آن انجام شده
تأیید پذیری	ارائه جزئیات روش‌ها و داده‌های پژوهش	در اختیار گذاشتن داده‌ها، روش‌ها و تصمیمات با هدف بازبینی و موشکافی تحقیق توسط دیگر پژوهشگران اینترنت اشیا
	ارائه جزئیات روش‌ها و داده‌های پژوهش	ارائه گزیده مصاحبه‌ها و نیز توضیح روند تحلیل داده‌ها تا دستیابی به نتایج تحقیق و تأیید و بازخورد مصاحبه‌شوندگان

۵. یافته‌ها

۵-۱. شناسایی نقش‌ها و فعالیت‌ها

اینترنت اشیا به‌عنوان یک نظام نوآوری فناورانه تاریخچه کوتاهی در ایران داشته و عمده فعالیت‌ها و رویدادها در بازه ۵ تا ۱۰ ساله اخیر صورت پذیرفته است؛ به طوری که «پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات» (مرکز تحقیقات مخابرات ایران)، نخستین پروژه تحقیقاتی خود را با عنوان «تدوین کسب‌وکار اینترنت اشیا در کشور» در بازه زمانی دی ماه ۱۳۹۳ تا خرداد ۱۳۹۴ انجام داده است. پس از آن و در یک سطح بالاتر نقشه راه اقدامات «وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات» در راستای توسعه فناوری مذکور طی سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ تدوین گردید. این فعالیت‌ها آغازی بوده است بر دیگر فعالیت‌های گوناگون توسط دیگر اجزای ساختاری نظام نوآوری اینترنت اشیا در کشور (جدول ۴).

جدول ۴. انطباق مهم‌ترین رویدادهای اینترنت اشیا در کشور با فرایندهای کلیدی TIS

کارکردهای TIS		رویداد/ فعالیت				
ایجاد آثار خارجی مثبت	شکل‌گیری بازار	بسیج منابع	تجربیه‌های کارآفرینانه	توسعه و انتشار دانش	اثرگذاری در مسیر تحقیق	کسب مشروعیت
*	*	*				
						<p>ورود اپراتورها و ارائه‌دهندگان خدمات ارتباطی ثابت (FCP): همراه اول: هوشمندسازی کنتورهای گاز و برق، امضای تفاهم‌نامه با شرکت‌های خارجی فعال در زمینه IoT (۱۳۹۶ تاکنون) ایرانسل: مدیریت هوشمند ناوگان (۱۳۹۷)، و پروژه‌های هوشمندسازی در کشور (۱۳۹۷ تاکنون)، خانه هوشمند «ی‌بان»^۱ (۱۳۹۹) رایتل: پروژه زندگی هوشمند (۱۳۹۷) پارس‌نت: انعقاد قرارداد همکاری با شرکت فرانسوی «سیگفاکس»^۲ (۱۳۹۵)</p>
		*	*			
						<p>فعالیت‌های پژوهشی: ◇ نقشه راه اینترنت اشیا در «وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات» توسط «پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات» (۵۹۳۱) ◇ گزارش‌های تحقیقاتی و توصیه‌ای «مرکز پژوهش‌های مجلس» (۹۹۳۱ و ۵۹۳۱) ◇ فعالیت‌های «مرکز ملی فضای مجازی» (۶۹۳۱ تاکنون)</p>
*	*	*	*			
						<p>شبکه‌ها و انجمن‌ها: ◇ کمیسیون اینترنت اشیا و کلان‌داده در سازمان نظام صنفی رایانه‌ای (۵۹۳۱) ◇ فروم اینترنت اشیا (۵۹۳۱) ◇ کارگروه اینترنت اشیا در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری ذیل ستاد اقتصاد دیجیتال و هوشمندسازی (۷۹۳۱)</p>

1. fixed communication provider (FCP)

2. Ibaan

3. Sigfox

کارکردهای TIS		رویداد / فعالیت
ایجاد آثار خارجی مثبت	*	حمایت‌های مالی و معنوی:
شکل‌گیری بازار	*	◇ اینترنت اشیا به‌عنوان یکی از ۵ حوزه مورد حمایت‌های مالی و معنوی ستاد اقتصاد دیجیتال و هوشمندسازی ذیل «معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری» (۸۹۳۱ تاکنون)
بسیج منابع	*	◇ پایگاه‌های راه‌نوآوری (معاونت علمی-۹۹۳۱) ایران نوآفرین (سازمان فناوری اطلاعات-۹۹۳۱)
تجربه‌های کارآفرینانه	*	جهت حمایت از استارت‌آپ‌ها با محوریت فناوری‌های دیجیتال
توسعه و انتشار دانش	*	◇ برگزاری رویدادهای سرمایه‌گذاری (صندوق نوآوری) برای استارت‌آپ‌های IoT (۹۹۳۱)
اثرگذاری در مسیر تحقیق	*	◇ فهرست شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در اینترنت اشیا (۷۹۳۱ تاکنون)
کسب مشروعیت	*	همایش‌ها و کنفرانس‌ها:
	*	◇ کنفرانس سالانه اینترنت اشیا در «دانشگاه اصفهان» (۵۹۳۱ تاکنون)
	*	◇ کنفرانس سالانه اینترنت اشیا توسط IoT Forum (۵۹۳۱ تاکنون)
	*	◇ IoT به‌عنوان یک روند جانبی نمایشگاه الکامپ (۶۹۳۱ تاکنون)
	*	◇ IoT به‌عنوان یک روند جانبی نمایشگاه تلکام (۶۹۳۱ تاکنون)
	*	انتشار فراخوان نظرسنجی تخصصی در مورد چارچوب و مقررات خدمات ارتباطی مبتنی بر مکان (۱۳۹۵) «سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی»
	*	تصویب قانون اساسنامه سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) (۱۳۹۵)
	*	ذیل ماده ۶ این قانون، برنامه‌ریزی و نظارت بر پیاده‌سازی سامانه‌های شبکه هوشمند برق بر این سازمان محول شده است (تصویب در مجلس و تأیید توسط شورای نگهبان)
	*	طرح‌ها و پروژه‌های پایلوت
	*	◇ کنتورخوانی هوشمند گاز (۵۹۳۱) توسط شرکت ملی گاز ایران: در سال ۷۹۳۱، شش نوع کنتور از طرف تعدادی از شرکت‌های داخلی و خارجی برای آزمون ارائه گردید که یک کنتور خارجی توانست تأییدیه آزمایشگاه شرکت ملی گاز را کسب کند.
	*	◇ دستبند هوشمند برای زندانیان (۵۹۳۱)، مانیتورینگ حریق جنگل گلستان (۸۹۳۱)، پروژه‌های کنترل هوشمند گلخانه‌های کشاورزی (۹۹۳۱)

کارکردهای TIS		رویداد/ فعالیت
ایجاد آثار خارجی مثبت	*	
شکل‌گیری بازار	*	
بسیج منابع		
تجربه‌های کارآفرینانه	*	
توسعه و انتشار دانش	*	
اثرگذاری در مسیر تحقیق	*	
کسب مشروعیت	*	
		الزامات حاکم بر اینترنت اشیا در شبکه ملی اطلاعات (۱۳۹۷) مصوبه شماره ۲ جلسه ۵۳ «شورای عالی فضای مجازی»
		سند راهبردی اینترنت اشیا در کشور (۱۳۹۸ تاکنون: در حال تدوین) توسط «معاونت راهبردی رگولاتوری سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی»

از جدول فوق چنین برمی‌آید که فعالیت‌های ذیل «حمایت‌های مالی و معنوی» با فرایندهای بیشتری در نظام نوآوری اینترنت اشیا انطباق داشته است. از طرف دیگر، فرایندهای «کسب مشروعیت»، «اثرگذاری در مسیر تحقیق»، و «بسیج منابع» بیش از چهار فرایند دیگر مورد توجه اجزای ساختاری بوده است.

۵-۲. تحلیل داده‌های کیفی

فرایند عملی تحلیل داده‌های کیفی مصاحبه‌ها طی چهار مرحله انجام شده است: آماده‌سازی داده، آشنا شدن، کدگذاری، و حصول معانی و مفاهیم (هومن ۱۳۹۰). برای بررسی اکتشافی نظرات مصاحبه‌شوندگان مفاهیم مشترک کارکردهای نظام نوآوری فناوریانه با تأکید ویژه بر آن‌هایی که ارتباط بیشتری با کارکردهای حکمرانی دارند، ملاک شروع و سازماندهی مصاحبه‌ها قرار گرفت. در این مرحله برای مصاحبه‌شونده کدی از ۱ تا ۲۱ در نظر گرفته شد. در کدگذاری باز، مفاهیم کلیدی، گزاره‌های مدیران و خبرگان اینترنت اشیا در قالب شاخص‌های معرف هر کارکرد، در کدگذاری محوری کارکردهای نظام نوآوری فناوریانه، و در مرحله کدگذاری انتخابی به مجموعه‌ای از مرتبط‌ترین کارکردهای نظام نوآوری فناوریانه با حکمرانی، عنوان مشترکی اختصاص داده شد.

شایان ذکر است که پس از مصاحبه حضوری/ مجازی عمیق با ۲۱ نفر از نمایندگان بازیگران، شبکه‌ها و نهادها فرایند انجام مصاحبه‌ها به دلیل رسیدن به اشباع نظری در تحلیل مضمون متوقف گردید. سرانجام، داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها با توجه به شاخص‌های مطرح در مبانی نظری و تحلیل محتوا به صورت عوامل گروه‌بندی شده جمع‌آوری شد.

داده‌های کلامی افراد مصاحبه‌شونده پس از بررسی و تجزیه و تحلیل در نهایت، به صورت ۳۲ مؤلفه اصلی همگون در قالب کدگذاری باز بر اساس ارتباطات احصایی در عملیات میدانی بین مقولات و گزاره‌ها دسته‌بندی گردید. پس از تطبیق محتوایی مضامین / تم‌های مؤلفه‌های شناسایی‌شده با مبانی نظری و فرایندهای کلیدی نظام نوآوری فناورانه و اجماع خبرگی، این مؤلفه‌ها در تحلیلی مشابه با مبانی رایج کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و کارکردهای حکمرانی به ترتیب، در قالب کدهای محوری و انتخابی احصا گردید که در جداول (۵) تا (۸) به تفکیک مصاحبه‌شوندگان و فراوانی آن‌ها آمده است. در ادامه، به تبیین نقش حکمرانی و کارکردهای آن در ارتباط با کارکردهای نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا پرداخته شده است.

بررسی داده‌های کیفی و خروجی مراحل کدگذاری در مورد ارتباط کارکرد سیاست‌گذاری حکمرانی و کارکردهای نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا در جدول ۵، آمده است. همان‌طور که قابل مشاهده است، پنج مورد از هفت فرایند کلیدی در توسعه نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا نیاز به سیاست‌گذاری دارند. سیاست‌گذاری در مورد کارکردهای «توسعه و انتشار دانش» و «اثرگذاری در مسیر تحقیق» در بردارنده کدهای باز (مؤلفه‌های) بیشتری نسبت به فرایندهای «تجربه‌های کارآفرینانه»، «شکل‌گیری بازار»، و «بسیج منابع» بوده است.

جدول ۵. نتایج کدگذاری کارکرد سیاست‌گذاری در ارتباط با فرایندهای کلیدی TIS

کد انتخابی	کدهای محوری	کدهای باز	فراوانی	کد مصاحبه‌شونده
سیاست‌گذاری توسعه و انتشار دانش	انجام مطالعات امکان‌سنجی	۱۳	۱ ₁₋₂ ، ۱ ₅₋₆ ، ۱ ₈₋₉ ، ۱ ₁₂₋₁₄ ، ۱ ₁₇ ، ۱ ₁₉₋₂₁	
ارزیابی و تحقیقات بازار اینترنت اشیا	۱۲	۱ ₁ ، ۱ ₃ ، ۱ ₆ ، ۱ ₈₋₁₀ ، ۱ ₁₅₋₁₆ ، ۱ ₁₈₋₂₁		
تجربه‌های کارآفرینانه	آزمایش کاربردهای جدید اینترنت اشیا	۱۵	۱ ₃₋₇ ، ۱ ₉₋₁₇ ، ۱ ₂₀	
اثرگذاری در مسیر تحقیق	هدف‌گذاری توسعه اینترنت اشیا	۱۸	۱ ₂₋₁₁ ، ۱ ₁₃₋₁₈ ، ۱ ₂₀₋₂₁	
طراحی قوانین و مقررات (رگولاتوری) مطلوب	۱۶	۱ ₁₋₂ ، ۱ ₄₋₅ ، ۱ ₇₋₉ ، ۱ ₁₁₋₁₃ ، ۱ ₁₅₋₁₉ ، ۱ ₂₁		
شکل‌گیری بازار	برنامه‌های خرید و تدارکات دولتی	۱۷	۱ ₁ ، ۱ ₃₋₁₁ ، ۱ ₁₃₋₁₅ ، ۱ ₁₇₋₂₀	
بسیج منابع	ارائه برنامه‌های تحصیلی در زمینه IoT	۱۶	۱ ₂₋₃ ، ۱ ₅₋₈ ، ۱ ₁₀₋₁₉	

نتایج کدگذاری در مورد ارتباط میان کارکرد تنظیم‌گری حکمرانی و کارکردهای نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا نیز در جدول ۶، نشان از ارتباط این کارکرد با چهار فرایند کلیدی در توسعه نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا دارد. از نظر مصاحبه‌شوندگان، عمده نقش‌آفرینی‌های حکمرانی تنظیم‌گری در فرایند «شکل‌گیری بازار» و پیوند عرضه‌کنندگان محصولات و خدمات اینترنت اشیا با متقاضیان آنهاست.

جدول ۶. نتایج کدگذاری کارکرد تنظیم‌گری در ارتباط با فرایندهای کلیدی TIS

کد انتخابی	کدهای محوری	کدهای باز	فراوانی کد مصاحبه‌شونده
تنظیم‌گری	اثرگذاری در مسیر تحقیق	جهت‌دهی به توسعه	۱۶ ₁₋₂ ₄₋₁₀ ₁₃₋₁₉
	شکل‌گیری بازار	اعطای یارانه‌های اختصاصی	۱۵ ₂₋₅ ₇₋₁₀ ₁₂ ₁₄ ₁₆₋₁₉ ₂₁
		اصلاحات رگولاتوری	۱۸ ₁₋₄ ₆₋₁₃ ₁₅₋₂₀
		تعیین استاندارد (استانداردسازی)	۱۹ ₁₋₄ ₆₋₁₃ ₁₅₋₂₀ ₂₁
	بسج منابع	اختصاص بودجه‌های تحقیق و توسعه	۱۵ ₁₋₄ ₈₋₁₁ ₁₃₋₁₄ ₁₆₋₂₀
		ارائه کمک‌هزینه‌های مالی و وام‌ها	۱۴ ₂₋₅ ₇₋₁₁ ₁₃₋₁₄ ₁₆ ₁₉₋₂₀
	کسب مشروعیت	پذیرش اجتماعی	۱۴ ₂₋₄ ₆ ₉₋₁₃ ₁₆ ₁₈₋₂₁

نتایج کدگذاری در مورد ارتباط میان کارکرد تسهیل‌گری حکمرانی و کارکردهای نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا در جدول ۷، نشان‌دهنده ارتباط کم‌ویش این کارکرد با کلیه فرایندهای کلیدی در توسعه نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیاست؛ به‌طوری که کارکرد مذکور ۲۰ مورد از ۳۲ مؤلفه از فرایندهای هفتگانه و کلیدی را دربر گرفته است.

جدول ۷. نتایج کدگذاری کارکرد تسهیل‌گری در ارتباط با فرایندهای کلیدی TIS

کد انتخابی	کدهای محوری	کدهای باز	فراوانی	کد مصاحبه‌شونده
تسهیل‌گری	توسعه و انتشار دانش	توسعه فناوری‌های مکمل	۱۴	۱ ₁ ، ۱ ₃₋₅ ، ۱ ₇₋₁₀ ، ۱ ₁₂₋₁₃ ، ۱ ₁₅ ، ۱ ₁₈₋₂₀
		شبکه همکاری فناورانه و پژوهشی	۱۵	۱ ₁₋₂ ، ۱ ₄₋₇ ، ۱ ₁₀₋₁₂ ، ۱ ₁₄₋₁₇ ، ۱ ₁₈ ، ۱ ₂₁
		آموزش حرفه‌ای	۱۷	۱ ₁₋₃ ، ۱ ₅₋₆ ، ۱ ₈₋₁₀ ، ۱ ₁₂₋₁₆ ، ۱ ₁₈₋₂₁
		راه‌اندازی کمپین‌های ترویجی	۱۴	۱ ₁ ، ۱ ₃ ، ۱ ₆₋₁₁ ، ۱ ₁₃₋₁₄ ، ۱ ₁₇₋₂₀
		برگزاری کنفرانس / کارگاه / سمینار / نشست تخصصی	۱۴	۱ ₂₋₅ ، ۱ ₈₋₁₁ ، ۱ ₁₃₋₁₈ ، ۱ ₂₁
		برپایی نمایشگاه‌ها و جشنواره‌ها	۱۳	۱ ₃₋₇ ، ۱ ₉₋₁₀ ، ۱ ₁₄₋₁₈ ، ۱ ₂₀
	تجربه‌های کارآفرینانه	آزمایش کاربردهای جدید اینترنت اشیا	۱۷	۱ ₁₋₃ ، ۱ ₅ ، ۱ ₇₋₁₀ ، ۱ ₁₂₋₁₃ ، ۱ ₁₅₋₂₁
		انجام پروژه‌های پایلوت	۱۷	۱ ₁₋₄ ، ۱ ₆₋₈ ، ۱ ₁₀₋₁₁ ، ۱ ₁₄₋₂₁
		ورود شرکت‌ها به بازارهای IoT	۱۶	۱ ₂₋₅ ، ۱ ₇ ، ۱ ₉₋₁₀ ، ۱ ₁₂ ، ۱ ₁₄₋₂₁
		مراکز رشد و شتابدهی	۱۴	۱ ₁ ، ۱ ₄₋₆ ، ۱ ₈₋₁₀ ، ۱ ₁₃₋₁₅ ، ۱ ₁₇₋₁₈ ، ۱ ₂₀₋₂₁
	اثرگذاری در مسیر تحقیق	انتشار انتظارات و ترجیحات	۱۶	۱ ₁₋₂ ، ۱ ₄₋₆ ، ۱ ₈₋₉ ، ۱ ₁₁₋₁₂ ، ۱ ₁₅₋₂₁
	بسیج منابع	بسیج منابع انسانی	۱۶	۱ ₁ ، ۱ ₃ ، ۱ ₆₋₁₁ ، ۱ ₁₃₋₁₅ ، ۱ ₁₇₋₂₁
		تأمین مالی توسعه مقیاس پروژه‌های IoT	۱۷	۱ ₁₋₂ ، ۱ ₄₋₅ ، ۱ ₇₋₁₁ ، ۱ ₁₃₋₂₀
	کسب مشروعیت	قدرت لایبگری	۱۳	۱ ₂ ، ۱ ₅₋₈ ، ۱ ₁₀₋₁₁ ، ۱ ₁₄₋₁₆ ، ۱ ₁₉₋₂₁
		ظهور و رشد گروه‌های علاقه‌مند به IoT	۱۵	۱ ₁₋₄ ، ۱ ₇ ، ۱ ₉ ، ۱ ₁₁₋₁₂ ، ۱ ₁₄₋₁₉ ، ۱ ₂₁
		پذیرش اجتماعی	۱۷	۱ ₁₋₂ ، ۱ ₄ ، ۱ ₆₋₁₂ ، ۱ ₁₄₋₂₀
	ایجاد آثار خارجی مثبت	نیروی کار ترکیبی	۱۶	۱ ₁₋₂ ، ۱ ₄₋₇ ، ۱ ₉ ، ۱ ₁₁₋₁₂ ، ۱ ₁₄₋₁₆ ، ۱ ₁₈₋₂₁
		سرریز دانشی	۱۵	۱ ₂₋₄ ، ۱ ₆₋₇ ، ۱ ₉₋₁₆ ، ۱ ₁₉ ، ۱ ₂₁
		محصولات تخصصی واسطه‌ای	۱۵	۱ ₁ ، ۱ ₂ ، ۱ ₄₋₇ ، ۱ ₁₀₋₁₂ ، ۱ ₁₄₋₁₇ ، ۱ ₂₀₋₂₁
		زیرساخت مکمل	۱۷	۱ ₂₋₅ ، ۱ ₈₋₁₆ ، ۱ ₁₈₋₂₁

نتایج کدگذاری ارتباط کارکرد تأمین‌کنندگی حکمرانی با فرایندهای کلیدی موجود در نظام نوآوری فناوران اینترنت اشیا که در جدول ۸ آمده، تا حد زیادی مشابه نتایج برای کارکرد تسهیل‌گری حکمرانی است. در اینجا نیز حد خوبی از پوشش مؤلفه‌های

ذیل فرایندها توسط کارکرد مورد نظر حکمرانی وجود دارد؛ به طوری که ۲۱ مورد از ۳۲ شاخص و مؤلفه اصلی از نقش حکمرانی از طریق کارکرد تسهیل‌گری متأثر است.

جدول ۸. نتایج کدگذاری کارکرد تأمین‌کنندگی در ارتباط با فرایندهای کلیدی TIS

کد انتخابی	کدهای محوری	کدهای باز	فراوانی کد مصاحبه‌شونده
تأمین‌کنندگی	توسعه و انتشار دانش	توسعه فناوری‌های مکمل	۱۷ 1 ₁ , 3-5 ₁ , 7-10 ₁ , 12-18 ₁ , 20-21 ₁
		آموزش حرفه‌ای	۱۶ 1 ₁₋₃ , 6-7 ₁ , 8 ₁ , 10-11 ₁ , 13-20 ₁
		راه‌اندازی کمپین‌های ترویجی	۱۶ 1 ₁ , 3-7 ₁ , 9-10 ₁ , 12-18 ₁ , 21 ₁
		برگزاری کنفرانس / کارگاه / نشست‌های تخصصی	۱۵ 2 ₁ , 4-8 ₁ , 10-11 ₁ , 13-16 ₁ , 18-20 ₁
		برپایی نمایشگاه‌ها و جشنواره‌ها	۱۳ 1 ₁ , 2 ₁ , 5 ₁ , 7-9 ₁ , 11-12 ₁ , 15-18 ₁ , 21 ₁
	تجربه‌های کارآفرینانه	آزمایش کاربردهای جدید اینترنت اشیا	۱۳ 1 ₁ , 3-4 ₁ , 6-7 ₁ , 10 ₁ , 13 ₁ , 16-21 ₁
		انجام پروژه‌های پایلوت	۱۸ 1-5 ₁ , 7-12 ₁ , 14-16 ₁ , 18-21 ₁
		ورود شرکت‌ها به بازارهای اینترنت اشیا	۱۶ 2-7 ₁ , 9 ₁ , 11-13 ₁ , 15-16 ₁ , 18-21 ₁
		مراکز رشد و شتابدهی	۱۷ 1 ₁ , 2 ₁ , 5-11 ₁ , 13-15 ₁ , 17-21 ₁
	اثرگذاری در مسیر تحقیق	انتشار انتظارات و ترجیحات	۱۵ 1 ₁ , 3-6 ₁ , 9-12 ₁ , 14-16 ₁ , 18-20 ₁
	شکل‌گیری بازار	اعطای یارانه‌های اختصاصی	۱۷ 1-8 ₁ , 10 ₁ , 12-17 ₁ , 19-21 ₁
		برنامه‌های خرید و تدارکات دولتی	۱۸ 1-6 ₁ , 8-10 ₁ , 12-16 ₁ , 18-21 ₁
	بسیج منابع	اختصاص بودجه‌های تحقیق و توسعه	۱۶ 1-4 ₁ , 6-9 ₁ , 11-13 ₁ , 15-16 ₁ , 18-21 ₁
		ارائه کمک‌هزینه‌های مالی و وام‌های	۱۴ 1 ₁ , 2 ₁ , 5-6 ₁ , 8-9 ₁ , 11-7 ₁ , 20 ₁
		ارائه برنامه‌های تحصیلی در زمینه اینترنت اشیا	۱۶ 2-6 ₁ , 7 ₁ , 9 ₁ , 11-13 ₁ , 15-19 ₁ , 21 ₁
		بسیج منابع انسانی	۱۵ 1 ₁ , 3-6 ₁ , 8 ₁ , 10 ₁ , 12-18 ₁ , 21 ₁
		تأمین مالی توسعه مقیاس پروژه‌های IoT	۱۵ 1 ₁ , 2 ₁ , 5-7 ₁ , 9-10 ₁ , 13-20 ₁
	کسب مشروعیت	پذیرش اجتماعی	۱۴ 1 ₁ , 4-5 ₁ , 7-11 ₁ , 13-15 ₁ , 18-20 ₁
	ایجاد آثار خارجی مثبت	سرریز دانشی	۱۶ 2-4 ₁ , 6-12 ₁ , 15-21 ₁
		محصولات تخصصی واسطه‌ای	۱۷ 1 ₁ , 3-10 ₁ , 12 ₁ , 14-18 ₁ , 20-21 ₁
		زیرساخت مکمل	۱۸ 1-5 ₁ , 7-12 ₁ , 14-17 ₁ , 19-21 ₁

۶. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس استنباط نویسندگان از فعالیت‌های میدانی، ساختار تعاملی میان اجزای ساختاری نظام نوآوری اینترنت اشیا مشابه آنچه توسط دیگر پژوهشگران کشور در مورد نظام ملی نوآوری (حاجی حسینی و همکاران ۱۳۹۰)، و یا نظام نوآوری بخشی فناوری ارتباطات و اطلاعات (تقوایی‌فرد و همکاران ۱۳۹۵؛ حاجی حسینی و کریم‌میان ۱۳۹۸) مطرح گردیده، شکل نگرفته است. در این راستا، تحلیل تاریخی و انطباق رویدادهای مرتبط با توسعه اینترنت اشیا در کشور مهم‌ترین نوآوری عملی پژوهش است و شناختی مناسب نسبت به جنبه ساختاری نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا ارائه می‌کند؛ به طوری که اجزای نظام نوآوری اینترنت اشیا در ایران طی سال‌های اخیر عمدتاً در سمت دولت و بخش‌های دولتی به ایفای نقش پرداخته‌اند. از جمله بازیگران می‌توان به «معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری»، «سازمان فناوری اطلاعات ایران»، «سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی»، «پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات ایران»، «مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت»، «مرکز ملی فضای مجازی»، و دانشگاه‌های مطرح فنی و مهندسی، اپراتورهای مخابراتی، و غیره اشاره نمود. بیشتر شبکه‌های رسمی و غیررسمی شکل گرفته پیرامون فناوری اینترنت اشیا در کشور به ترتیب، «کمیسیون اینترنت اشیا و کلان‌داده» ذیل «سازمان نظام صنفی رایانه‌ای»، و «فروم اینترنت اشیا ایران» هستند. سند کلان «الزامات حاکم بر اینترنت اشیا در شبکه ملی اطلاعات در پایان سال ۱۳۹۸» نیز به عنوان مهم‌ترین نهاد شکل گرفته ذیل اجزای ساختاری نظام نوآوری اینترنت اشیا در کشور است.

جنبه نظری نوآوری پژوهش حاضر مربوط به تبیین آن بخش از کارکردهای حکمرانی است که مؤلفه‌ها و شاخص‌های احصاکننده فرایندهای کلیدی در نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. موضوعی که «هیلمن» و همکاران (۲۰۱۱) اثرگذاری حکمرانی از بیرون به درون نظام نوآوری فناورانه را مورد توجه قرار دادند، اما مشخص نساختند چه کارکردی از حکمرانی با چه فرایندی از نظام نوآوری و چگونه مرتبط می‌گردد. در این راستا، نویسندگان معتقدند که پیش از هر چیز کارکرد سیاست‌گذاری در یک سطح بالاتر از سایر کارکردهای حکمرانی قرار دارد؛ به طوری که اولویت‌ها را شناسایی و ابلاغ می‌کند. سایر کارکردهای حکمرانی در راستای تحقق هدف‌گذاری‌های صورت گرفته به تسهیل و توانمندسازی از طریق فراهم نمودن بستر، تأمین رفاه از طریق خرید و تدارکات مربوط به محصولات و خدمات مورد نیاز و تنظیم‌گری اینترنت اشیا از

طریق مداخلات اقتصادی و اجتماعی و یا استانداردهای فناوریانه به اجرای درست سیاست‌ها می‌پردازند. بنابراین، همراستا با نتایج پژوهش‌های

Batley and Larbi (2004) و Zwahr, Finger and Müller (2005) به نظر می‌رسد که کارکردهای اجرایی حکمرانی، تا حدی که منافع عمومی به‌خوبی تأمین گردد، قابل واگذاری به دیگر بازیگران باشد، و این موضوعی است که در توسعه نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا در ایران نیز بایستی مورد توجه متولیان حکمرانی قرار گیرد.

نتایج بررسی ارتباط میان کارکرد سیاست‌گذاری حکمرانی و فرایندهای نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا، ضمن همراستایی با پژوهش مرجع Abert (1974) بیان می‌دارد که فرایند «توسعه و انتشار دانش»، به‌ویژه بخش توسعه‌ای آن، در صورت انجام مطالعات امکان‌سنجی به‌ویژه در ابعاد و لایه‌های فنی مانند حسگرهای محوری، شبکه و پلتفرم می‌تواند به ارائه راهکارهای متناسب، ایمن و قابل اعتماد برای جامعه صنعتی، کاری و انسانی در کشور بیانجامد و دغدغه‌های حریم خصوصی، امنیت و دیگر چالش‌های اینترنت اشیا را تا حد مطلوبی هموار سازد. افزون بر این، هدف‌گذاری‌های توسعه‌ای و طراحی مقررات مطلوب ذیل فرایند کلیدی «اثرگذاری در مسیر تحقیق»، لزوم توجه سیاست‌گذاران را می‌طلبد تا اجرای سیاست‌های تعیین‌شده به‌درستی صورت پذیرد. اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا جهت ورود کارآفرینان، تدوین و ابلاغ برنامه‌های خرید و تدارکات دولتی برای سمت عرضه/ تقاضا، و نیز سیاست‌گذاری تربیت نیروی انسانی متخصص از طریق برنامه‌های تحصیلی و دانشگاهی از دیگر مواردی است که بایستی توسط متولیان سیاست‌گذاری در سطح حکمرانی مورد توجه قرار گیرد.

بر اساس نتایج کدگذاری کارکرد تنظیم‌گری در ارتباط با فرایندهای نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا به نظر می‌رسد که عمده هدف تنظیم‌گری تأمین منافع ذی‌نفعان، هم در سمت ارائه‌دهندگان و هم در سمت استفاده‌کنندگان از فناوری‌ها و کاربردهای اینترنت اشیا باشد. همراستا، با نتایج پژوهش Levi-Faur (2011)، تنظیم‌گر که می‌تواند دولت یا نهاد وابسته به وی باشد و با اصلاحات خود در مورد آنچه سیاست‌گذاری و اجرا شده است از یک‌سو، و آنچه مد نظر طرفین بازار است از سوی دیگر، به ایفای نقش پردازد. استانداردهای فنی و کسب‌وکاری قابل تعریف در شکل‌گیری مؤثر بازار اینترنت اشیا نیز مهم‌ترین ابزارهایی است که وی در اختیار دارد. در کشور اعطای یارانه‌های ویژه به طرف عرضه برای تقویت و به طرف تقاضا برای بهره‌برداری‌ها نیز نیازمند مداخله‌های

تنظیم‌گری در بازار به‌منظور تأمین منافع ایشان است که بایستی مورد توجه حکمرانی قرار گیرد. سرانجام این که حکمرانی از طریق فعالیت‌های تنظیم‌گری خود با فرایند «اثرگذاری در مسیر تحقیق» نیز به‌منظور هدایت فعالیت‌های توسعه‌ای و اجرای درست سیاست‌های اتخاذشده مرتبط می‌گردد. نقش‌آفرینی تنظیم‌گری در فرایندهای «بسجیح منابع» و «کسب مشروعیت» نیز در راستای مداخلات اقتصادی و اجتماعی است که این کارکرد مهم حکمرانی بر عهده گرفته است. این موضوع با یافته‌های پژوهش Scott (2004) تأیید می‌گردد.

بررسی ارتباط میان کارکرد تسهیل‌گری و نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا نیز حاکی از آن است که بیشتر فرایندهای کلیدی موجود در نظام مورد نظر نیاز به بستر و زیرساخت مناسب برای جاری شدن در نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا دارد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، این ارتباط میان کارکرد تأمین‌کنندگی حکمرانی با فرایندهای هفت‌گانه نظام نوآوری فناورانه به حداکثر خود می‌رسد؛ به‌طوری که حکمرانی اینترنت اشیا در کشور بایستی به تأمین رفاه کلیه ذی‌نفعان نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا پردازد. حکمرانی تأمین‌کنندگی اینترنت اشیا نیز از طریق فرایند «ایجاد آثار خارجی مثبت» در حوزه‌های مشابهی چون کلان‌داده، هوش مصنوعی، رایانش ابری، و غیره به تأمین زیرساخت مورد نیاز فعالان حتی از خارج کشور، در صورت عدم پاسخ حکمرانی تسهیل‌گری، می‌پردازد.

۷. پیشنهادهای سیاستی و پژوهشی

توسعه فناوری اینترنت اشیا در ایران تاریخچه‌ای کوتاه - کمتر از یک دهه - دارد. این موضوع عدم شکل‌گیری ساختار تعاملی میان بازیگران و نیز عدم انسجام در یک سبک و شیوه حکمرانی مشخص را تاکنون در پی داشته است؛ به‌طوری که از نگاه حکمرانی نظام‌های نوآوری فناورانه هر یک از بازیگران، شبکه‌ها، و نهادها (چه کسی حکمرانی می‌کند؟) بر طبق علایق و سلايق خود با این حوزه فناورانه و فرایندهای کلیدی آن (بر چه چیزی حکمرانی می‌کند؟) برخورد کرده‌اند. از این رو، کماکان سبک و شیوه حکمرانی مشخصی (چگونه حکمرانی می‌کند؟) به‌وجود نیامده است و در صورت عدم توجه به آن می‌تواند در مقایسه با کشورهای دیگر، که به‌طور فعالانه به توسعه آن می‌پردازند، موجب عقب افتادن کشور شود. بر اساس یافته‌های پژوهش، حکمرانی نظام نوآوری اینترنت اشیا

از طریق کارکردهای خود با فرایندهای کلیدی موجود در نظام مذکور مرتبط گشته و نیز دارای پیشنهاد‌های سیاستی برای متولیان حکمرانی در حوزه اینترنت اشیاست؛ به‌طوری که کارکرد سیاست‌گذاری با تأکید بر جنبه‌های هنجاری و ایدئولوژیک موجود در جامعه کاری، صنعتی و انسانی، عمدتاً با فرایندهای «توسعه و انتشار دانش» و «اثرگذاری در مسیر تحقیق» ارتباط دارد. کارکرد تنظیم‌گری با تأکید بر مداخلات هوشمندانه در زمینه‌های اقتصادی، فناوریانه و اجتماعی و نیز بهره‌مندی از ابزار استانداردسازی، عمدتاً در فرایند «شکل‌گیری بازار» نقش‌آفرینی بخشی از اجرای درست سیاست‌های اتخاذشده را بر عهده دارد. سرانجام این که حکمرانی از طریق کارکردهای تسهیل‌گری و تأمین‌کنندگی خود بایستی به فراهم نمودن بستری برای توانمندسازی، چه از طریق توسعه داخلی و چه از طریق تأمین خارجی با کلیه فرایندهای موجود در نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا مرتبط می‌گردد.

از منظر پیشنهاد‌های تحقیقاتی، از آنجا که نویسندگان در پژوهش حاضر با رویکرد پیمایشی توصیفی به دنبال تبیین نقش حکمرانی و ارتباط کارکردهای آن با فرایندهای کلیدی موجود در نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا بوده‌اند، پرداختن به ساختار مناسب و نیز سبک و شیوه حکمرانی متناسب با شرایط کشور ایران در این حوزه فناوریانه می‌تواند به‌عنوان رهیافت‌های پژوهشی محققان علاقه‌مند به این زمینه باشد. از نظر سطح تجزیه و تحلیل نیز محققان آتی می‌توانند در سطح نظام‌های نوآوری منطقه‌ای، ملی، و یا بخشی، به آزمون نتایج پژوهش حاضر بپردازند. از نظر فناوری‌های مشابه نیز کاربرد و ارزیابی مفهوم حکمرانی در توسعه هوش مصنوعی، کلان‌داده، بلاکچین، و دیگر فناوری‌های دیجیتال در انقلاب صنعتی چهارم می‌تواند به‌عنوان موضوع مورد پژوهش علاقه‌مندان به این حوزه پیشنهاد شود. مهم‌ترین محدودیت پژوهش حاضر عدم دسترسی به کلیه فعالان و اجزای ساختاری نظام نوآوری فناوریانه اینترنت اشیا در دورترین نقاط کشور بوده است؛ موضوعی که در تعمیم نتایج این پژوهش در گستره جغرافیای کشور بایستی با احتیاط بیشتری از سوی محققان آتی مورد توجه قرار گیرد.

فهرست منابع

تقوی‌فرد، محمدتقی، زهرا وفادار، مهدی رحیمی، و مجتبی آقایی. ۱۳۹۵. تحلیلی بر چرخه انسجام سیاستی در نظام حکمرانی فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران. *مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات* ۴ (۱۶): ۱-۳۳.

- دانایی فرد، حسن. ۱۳۹۰. *استراتژی‌های نظریه پردازي*. تهران: سمت.
- حاجی حسینی، حجت‌اله، و زهره کریم‌میان. ۱۳۹۸. فرایند سیاست‌گذاری و حکمرانی علم، فناوری و نوآوری. *سیاست علم و فناوری* ۱۱ (۲): ۷۱-۸۶.
- حاجی حسینی، حجت‌اله، مهدی محمدی، فرهاد عباسی، و مهدی الیاسی. ۱۳۹۰. تحلیل حکمرانی نظام نوآوری ایران بر پایه چرخه سیاست‌گذاری نوآوری. *سیاست علم و فناوری* ۴ (۱): ۳۳-۴۸.
- شاهینی، شبنم، عبدالحسین فرج‌پهلوی، شهناز خادمی‌زاده، و مرجان نادران طحان. ۱۴۰۱. جستاری بر گستره تعاریف اینترنت اشیا در راستای ارائه یک تعریف جامع. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*. <https://ijpm.irandoc.ac.ir/> (دسترسی در ۱۴۰۰/۰۹/۰۴)
- صادقی‌زاده حمزه، امیرحسین دوائی مرکزی، و سعید شوال‌پور. ۱۳۹۸. اینترنت اشیا به‌عنوان یک نظام نوآوری فناورانه: تحلیل کارکردی. *سومین کنفرانس اینترنت اشیا و کاربردها*. اصفهان. ۳-۵.
- صیادی، محمد کاظم، احرام صفری، و سهیلا قبادی پویا. ۱۴۰۱. اولویت بندی کاربردهای اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره تأمین با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره و تحلیل مضمون. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*. <https://ijpm.irandoc.ac.ir/> (دسترسی در ۱۴۰۰/۰۹/۰۵)
- موسی‌خانی، محمد، فاطمه ثقفی، محمد حسن‌زاده، و محمدابراهیم صادقی. ۱۳۹۹. ارائه مدل پویای تعاملات کارکردی نظام نوآوری فناورانه اینترنت اشیا با استفاده از پویایی‌های سیستم و دیامتل فازی. *تحقیق در عملیات در کاربردهای آن* ۱۷ (۶۷): ۱-۲۱.
- هومن، حیدرعلی. ۱۳۹۰. *راهنمای علمی پژوهش کیفی*. تهران: سمت.

References

- Abert, James G. 1974. Defining the policy-making function in government: An organizational and management approach. *Policy sciences* 5 (3): 245-255.
- AlEnezi, Ali, Zainab AlMeraj, and Paul Manuel. 2018. "Challenges of IoT based smart-government development." In *2018 21st Saudi Computer Society National Computer Conference (NCC)*, pp. 1-6. IEEE.
- Almeida, Virgilio AF, Benjamin Goh, and Danilo Doneda. 2017. A principles-based approach to govern the IoT ecosystem. *IEEE Internet Computing* 21 (4): 78-81.
- Ammar, Mahmoud, Giovanni Russello, and Bruno Crispo. 2018. Internet of Things: A survey on the security of IoT frameworks. *Journal of Information Security and Applications* 38: 8-27.
- Asheim, Bjørn T., and Arne Isaksen. 2002. Regional innovation systems: the integration of local 'sticky' and global 'ubiquitous' knowledge. *The Journal of Technology Transfer* 27 (1): 77-86.
- _____, Claire Nauwelaers, and Franz Tödttling 2003. *Regional innovation policy for small+ medium enterprises*. London: Edward Elgar Publishing.
- Bandyopadhyay, Debasis, and Jaydip Sen. 2011. Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless personal communications* 58 (1): 49-69.
- Batley, Richard, and George Larbi. 2004. *The changing role of government. The Reform of Public Services in Developing Countries*. London: Palgrave Macmillan.
- Benz, Arthur. 2011. *Der moderne Staat*. Munchen: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

- Bergek, Anna. 2002. *Shaping and exploiting technological opportunities: the case of renewable energy technology in Sweden*. Goteborg: Chalmers University of Technology.
- _____, Staffan Jacobsson, Bo Carlsson, Sven Lindmark, and Annika Rickne. 2008. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy* 37 (3): 407-429.
- Carlsson, Benny, and Rikard Stankiewicz. 1991. On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics* 1 (2:): 93-118.
- _____, Bo, Staffan Jacobsson, Magnus Holmén, and Annika Rickne. 2002. Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research policy* 31 (2): 233-245.
- Deep, Samundra, Xi Zheng, Alireza Joffaei, Dongjin Yu, Pouya Ostovari, and Ali Kashif Bashir. 2020. A survey of security and privacy issues in the Internet of Things from the layered context. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies* 33 (6): e3935.
- Ding, Jie, Mahyar Nemati, Chathurika Ranaweera, and Jinho Choi. 2020. IoT connectivity technologies and applications: A survey. *arXiv preprint arXiv:2002. 12646*.
- Edquist, Charles, and Leif Hommen. 2000. Public technology procurement and innovation theory. In *Public technology procurement and innovation*, pp. 5-70. Boston, MA: Springer.
- Gillham, Bill. 2000. *Research interview*. London: A&C Black.
- Glaser, Marion, and Bernhard Glaeser. 2014. Towards a framework for cross-scale and multi-level analysis of coastal and marine social-ecological systems dynamics. *Regional Environmental Change* 14 (6): 2039-2052.
- Hekkert, Marko P., Roald AA Suurs, Simona O. Negro, Stefan Kuhlmann, and Ruud EHM Smits. 2007. Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change* 74 (4): 413-432.
- Hillman, Karl, Måns Nilsson, Annika Rickne, and Thomas Magnusson. 2011. Fostering sustainable technologies: a framework for analysing the governance of innovation systems. *Science and Public Policy* 38 (5): 403-415.
- Jacobs, Naomi, Peter Edwards, Caitlin D. Cottrill, and Karen Salt. 2020. Governance and accountability in internet of things (IoT) networks. In *The Oxford Handbook of Digital Technology and Society*. Oxford: Oxford University Press.
- Jacobsson, Staffan, and Anna Bergek. 2004. Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. *Industrial and corporate change* 13 (5): 815-849.
- _____, and Volkmar Lauber. 2006. The politics and policy of energy system transformation—explaining the German diffusion of renewable energy technology. *Energy policy* 34 (3): 256-276.
- Kao, Yu-Sheng, Kazumitsu Nawata, and Chi-Yo Huang. 2019. Systemic functions evaluation based technological innovation system for the sustainability of IoT in the manufacturing industry. *Sustainability* 11 (8): 1-34.
- Levi-Faur, David. 2011. Regulation and regulatory governance. *Handbook on the Politics of Regulation* 1 (1): 1-25.
- Lukač, Duško. 2015. "The fourth ICT-based industrial revolution" Industry 4.0"—HMI and the case of CAE/ CAD innovation with EPLAN P8." In *2015 23rd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)*, pp. 835-838. IEEE.
- Lundvall, B.Å. ed. 2010. *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning* (Vol. 2). London: Anthem press.
- Markard, Jochen, and Bernhard Truffer. 2008. Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. *Research policy* 37 (4): 596-615.

- Miazi, Md Nazmus Sakib, Zenville Erasmus, Md Abdur Razzaque, Marco Zennaro, and Antoine Bagula. 2016. Enabling the Internet of Things in developing countries: Opportunities and challenges. In *2016 5th International Conference on Informatics, Electronics and Vision (ICIEV)*, pp. 564-569. IEEE. Dhaka, Bangladesh.
- Nelson, R.R. ed. 1993. *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford: Oxford University Press on Demand.
- North, Douglass C. 1994. Economic performance through time. *The American economic review* 84 (3): 359-368.
- Nygaard, Stian. 2008. *Co-evolution of technology, markets and institutions-the case of fuel cells and hydrogen technology in Europe*. Lund: Lund University.
- Pierre, Jon, and B. Peters. 2005. *Governing complex societies: Trajectories and scenarios*. London: Palgrave Macmillan.
- Sadeghizadeh, Hamze, Amirhossein Davaei Markazi, and Saeed Shavvalpour. 2019. "Internet of Things and Iranian Companies; An Empirical Survey from Industrial Market Perspective." In *International Congress on High-Performance Computing and Big Data Analysis*, pp. 220-227. Cham, Springer.
- Sandén, Björn A., and Christian Azar. 2005. Near-term technology policies for long-term climate targets—economy wide versus technology specific approaches. *Energy policy* 33 (12): 1557-1576.
- Scott, Colin. 2004. Regulation in the age of governance: The rise of the post-regulatory state. *The politics of regulation: Institutions and regulatory reforms for the age of governance* 145: 151-154.
- _____, W. Richard. 2013. *Institutions and organizations: Ideas, interests, and identities*. California: Sage publications.
- Weber, Rolf H. 2009. Internet of things—Need for a new legal environment? *Computer law & security review* 25 (6): 522-527.
- _____. 2013. Internet of things—governance quo vadis? *Computer Law & Security Review* 29 (4): 341-347.
- Zwahr, Thomas, Matthias Finger, and Philipp Müller. 2005. "More than digitisation-The transformative potential of e-governance: An exploratory case study." In *38th annual Hawaii international conference on System sciences*. IEEE. Big Island, HI, USA.

حمزه صادقی‌زاده

متولد ۱۳۶۷، دانشجوی دکتری مدیریت فناوری، در دانشکده مدیریت، اقتصاد و مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران است. «جنبه اجتماعی فناوری‌های دیجیتال»، «کسب و کارهای داده‌محور» و «سیاست‌گذاری نوآوری» از جمله علایق پژوهشی وی است.



امیرحسین دوانی مرکزی

متولد ۱۳۳۹، دارای مدرک تحصیلی دکتری مهندسی مکانیک (کنترل دیجیتال سیستم‌های مکانیکی)، از دانشگاه مگیل (McGill) کانادا است. ایشان هم‌اکنون استاد دانشکده مهندسی مکانیک در دانشگاه علم و صنعت است.



سعید شوال پور

متولد ۱۳۵۸، دارای مدرک تحصیلی دکتری علوم اقتصادی با گرایش انرژی و بخش عمومی از دانشگاه صنعتی اصفهان است. ایشان هم‌اکنون استادیار دانشکده مدیریت، اقتصاد و مهندسی پیشرفت در دانشگاه علم و صنعت ایران است. «اقتصاد فناوری و نوآوری» و «مطالعات کلان فناوری، نوآوری و توسعه اقتصادی» از جمله علایق پژوهشی وی است.

