

Analysis of Key Barriers to the use of the Internet of Things in Iranian Smart Cities

Azadeh Fallahi 

Master student of Business Management, Faculty of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran

Amin Faraji *

Assistant Professor, Department of Management and Accounting, University of Tehran, Tehran, Iran

Amin Gharibi 

M. Sc. of Civil Engineering, Vice-President at Smart City Research Center of Iran, Tehran, Iran

Abstract

Today, many countries are institutionalizing the concept of smart city and implementing IoT programs that support smart city components, relying on the extensive IT infrastructure to improve the sustainability and quality of life needed by their communities. But using the internet of things to develop a smart city faces several challenges. Accordingly, the purpose of this study is to identify the main challenges of the internet of things and to understand the relationship between these challenges to support the development of smart cities in Iran. Initially, based on content analysis, 14 major challenges were extracted based on domestic and foreign literature. Then, using the SWARA technique, the challenges were prioritized based on summarizing the views of seven relevant experts in the field of smart cities in Iran. In the next step, the underlying interactions between the identification challenges and their importance were determined using interpretive structural modeling (ISM). According to the findings, the challenges in the interpretive structural method were leveled at six levels. The results showed that the lack of policies, perspectives and regulatory guidelines, high training, operational and maintenance costs, inequality (social), lack of transparency and responsibility, lack of technical knowledge among Planners, lack of

* Corresponding Author: a.faraji@ut.ac.ir

How to Cite: Fallahi, A., Faraji, A., Gharibi, A.(2022). Analysis of Key Barriers to the use of the Internet of Things in Iranian Smart Cities, *Journal of Business Intelligence Management Studies*, 10(38), 137-171.


technology infrastructure and lack of intelligence were identified as influential and key variables of the study.

Keywords: Smart City; Internet of Things; Interpretive Structure; MICMAC Software, Iran.




تحلیل موانع کلیدی کاربرد اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند ایران


دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت کسب و کار- فناوری، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

*  آزاده فلاحی

استادیار، گروه مدیریت و حسابداری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

 امین فرجی

کارشناسی ارشد، مهندسی عمران، معاونت مرکز تحقیقات شهر هوشمند ایران، تهران، ایران.

 امین قریبی

چکیده

امروزه بسیاری از کشورها با هدف ارتقا پایداری و کیفیت زندگی مورد نیاز جوامع خود، به اتکای زیر ساخت‌های گسترده فناوری اطلاعات در حال نهاده کردن مفهوم شهر هوشمند و اجرای برنامه‌های اینترنت اشیا هستند که از مولفه‌های شهر هوشمند پشتیبانی می‌کند. اما بکارگیری اینترنت اشیا در توسعه شهر هوشمند با چالش‌های مختلفی روبرو است. بر این اساس هدف از تحقیق حاضر، شناسایی چالش‌های اصلی کاربرد اینترنت اشیا و درک رابطه بین این چالش‌ها برای حمایت از توسعه شهرهای هوشمند در ایران است. در ابتدا ۱۴ چالش عمده بر اساس تحلیل محتوای ادبیات داخلی و خارجی استخراج شد. سپس با استفاده از تکنیک سوارا به اولویت‌بندی چالش‌ها بر اساس ادغام دیدگاه‌های هفت کارشناس مرتبط در عرصه‌ی هوشمندسازی شهرهای ایران پرداخته شد. در گام بعد، فعل و انفعالات زمینه‌ای بین چالش‌های شناسایی و اهمیت آنها با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) تعیین شد. طبق یافته‌ها، چالش‌ها در روش ساختاری تفسیری در شش سطح ترازبندی گردید. یافته‌های میک‌مک نشان داد که عدم وجود سیاست‌ها، چشم‌اندازها و دستورالعمل‌های نظارتی، هزینه آموزشی، عملیاتی و نگهداری بالا، نابرابری (اجتماعی)، عدم شفافیت و مسئولیت، فقدان دانش فنی در بین برنامه‌ریزان و ضعف زیرساخت فناوری و کمبود هوشمندی به عنوان متغیرهای تاثیرگذار و کلیدی مطالعه شناخته شدند.

کلیدواژه‌ها: شهر هوشمند، اینترنت اشیا، مدل‌سازی ساختاری تفسیری، نرم افزار میک‌مک، ایران.

مقدمه

مفهوم شهر هوشمند به عنوان ابزاری برای ارتقای کیفیت زندگی شهروندان، اهمیت فزاینده‌ای در دستور کار سیاست‌گذاران پیدا کرده است. مفهوم شهرهای هوشمند طی چند سال گذشته به عنوان الگویی برای پرداختن به موضوعاتی از جمله افزایش جمعیت جهانی، چالش‌های زیست محیطی و افزایش نقش فناوری سیستم اطلاعات در جامعه، بیش از پیش مورد توجه قرار داده است. امروزه، ۵۴٪ از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ این نسبت به ۶۰٪ افزایش یابد (De Jong et al., 2015). در ایران بیش از ۶۳/۵ میلیون یعنی حدود ۷۵٪ از جمعیت ایران در شهرها زندگی می‌کنند که این موجب بحران عمده زیست محیطی و جمعیتی شده است. از سوی دیگر تحولات اقتصادی پس از انقلاب صنعتی موجب تغییرات شدیدی در اندازه شهرها و نسبت جمعیت ساکنان آنها شده است (Feizi, 2021). در این حین شاهد رشد فزاینده‌ی شهرهای هوشمند با کمک فناوری‌ها هستیم. فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌طور فزاینده‌ای به عنوان ابزاری برای ایجاد شهرهای هوشمند پایدار مورد توجه قرار گرفته است. از آنجاکه حدود ۹۰٪ داده‌های دیجیتالی شده در سراسر جهان طی دو سال گذشته ثبت شده است، بسیاری از شهرداری‌ها در سراسر جهان شروع به استفاده از کلان‌داده‌ها^۱ برای کمک به توسعه و پایداری شهرهای هوشمند کرده‌اند. آنها همچنین شناخت ویژگی‌های کلیدی شهر هوشمند، استانداردها، ارزش‌ها و مشخصات برنامه‌های نوآورانه شهر که به پایداری، چرخه طولانی خدمات، حاکمیت، بهبود کیفیت زندگی و استفاده هوشمندانه از منابع طبیعی و شهری می‌انجامد را مد نظر قرار داده‌اند (Ageed et al., 2021). امروزه توسعه فناوری اطلاعات در ایران توسط دولت و بخش خصوصی برای شناسایی، انتقال، جذب، بومی‌سازی و همراهی با دانش جهانی هوشمندسازی مورد توجه قرار گرفته است و اکنون در راه ایجاد "تحول هوشمند" به عنوان فرایندی برای به کارگیری فناوری‌ها و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات برای پاسخگویی به چالش‌های شهری است.

1. Big Data

شهرهایی مانند تهران، مشهد، تبریز، اراک، قم، اصفهان، شیراز، جزیره کیش، ارومیه و دیگر شهرها وارد این روند شده‌اند (Gharibi & Moghtaderi, 2021).

حفاظت از محیط زیست و انرژی، مستلزم ایجاد یک سیستم پایدار منابع زیست محیطی همگام با توسعه شهری است. بنابراین لازم است به شناسایی الزامات عمده‌ی مدیریت هوشمند شهری و تجزیه و تحلیل چالش‌های مهم توسعه شهر هوشمند در مراحل اولیه پرداخته شود. در این راستا، محققان ارایه مدل و اقدامات متقابل برای ساخت و فعالیت صحیح شهر هوشمند با استفاده از داده‌های اینترنت اشیا^۱ را ضروری می‌دانند (Wei & Yang, 2018). سیلوا^۲ و همکاران (۲۰۱۸)، معماری هوشمند شهری را با تجزیه و تحلیل کلان داده‌های اینترنت اشیا ارایه داده‌اند. هدف اصلی آنها ارایه‌ی طرح پیشنهادی بهبود کارایی تصمیم‌گیری در زمان واقعی با اجرای کافی پردازش کلان داده‌های اینترنت اشیا بوده است. طبق نتایج بررسی آنها، داده‌های حاصل از پروژه‌های تراکم عمومی برای افزایش تخمین روند جابجایی شهری در سرویس عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرد و بینش مفیدی در مورد شهری یکپارچه و هوشمندانه در دنیای اینترنت اشیا ساخته شده بر روی حسگرها را ارایه می‌دهد (Silva et al., 2018). کاربرد اینترنت اشیا برای توسعه‌ی شهر هوشمند با چالش‌هایی همراه است. از آنجاکه در اینترنت اشیا، بسیاری از اطلاعات با سوابق شخصی افراد مانند تاریخ تولد، محل سکونت، مالی و غیره مرتبط است. یکی از مهمترین چالش‌های احتمالی، ناشی از خلاهای امنیتی و آسیب‌پذیری حریم خصوصی در اینترنت اشیا است (Li et al., 2016). جانسن^۳ و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی چالش‌های اصلی اینترنت اشیا و درک رابطه بین این چالش‌ها برای حمایت از توسعه شهرهای هوشمند پرداختند. آنها امنیت و حریم خصوصی، مدل‌های تجاری، کیفیت داده‌ها، مقیاس‌پذیری، پیچیدگی و حاکمیت را به عنوان عوامل کلیدی برای توسعه شهر هوشمند شناسایی کردند و نتیجه گرفتند که تصویب و اجرای اینترنت اشیا باید بر شکستن پیچیدگی

1. Internet of things (IOT)

2. Silva

3. Janssen

در بخش‌های مدیریتی و پشتیبانی شده توسط یک ساختار حاکمیتی متمرکز باشد (Janssen et al., 2019). محققان داخلی ضمن تایید چالش‌های امنیت و حریم خصوصی داده‌ها، دیگر چالش‌های کاربرد اینترنت اشیا در ایران را مشکلاتی از قبیل نیروی انسانی غیر متخصص و فاقد آموزش‌های لازم کار با فناوری‌های جدید، شکاف دیجیتال، استانداردهای داده‌های ناهمگن از منابع نامتجانس و در عین حال وجود یک شبکه واحد و نه چندان قوی عنوان کرده‌اند (یزدان پناه و حسنی آهنگر، ۱۳۹۵). مورینو و همکاران^۱ (۲۰۱۶)، مبانی اصلی کلان داده‌های اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند را ارایه کردند و یک معماری مبتنی بر اینترنت اشیا عمومی برای کاربردهای مختلف شهرهای هوشمند پیشنهاد کردند. یافته‌های آنها موکد پتانسیل بالای کاربرد تجزیه و تحلیل کلان‌داده‌های اینترنت اشیا برای ارایه خدمات سودآور شهرهای هوشمند، از قبیل مدیریت مصرف انرژی و آسایش در ساختمان‌های هوشمند و تشخیص مشخصات سفر در حمل و نقل هوشمند بوده است (Moreno et al., 2016). رونقی و حسینی (۱۳۹۷)، به بررسی نقش اینترنت اشیا در حوزه‌ی سلامت و خدمات فوری پزشکی پرداختند و بر لزوم توجه به نقش این فناوری در نجات جان افراد در درجه‌ی اول و سپس سرمایه‌گذاری در اینترنت اشیا برای کنترل و نظارت رفتارهای سالمندان، بیماران و کودکان تاکید کردند (رونقی و حسینی، ۱۳۹۷). با این حال، استفاده از فناوری اینترنت اشیا ممکن است برای کاربران خاورمیانه سخت و گاهی چالش برانگیز باشد؛ اما بدلیل کاهش هزینه‌هایی که کاربرد این فناوری در پی دارد، برای کشوری مانند ایران که بدلیل چالش‌های منابع طبیعی، انرژی و تحریم‌های اعمال شده تحت فشار است، ضرورت بسیاری دارد. در این راستا، رونقی و فروهرفر به شناسایی عوامل موثر در پذیرش و کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند در ایران پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیدند که امید به عملکرد و امید به تلاش بر نیت رفتاری کشاورزان در ایران برای پذیرش و بکارگیری اینترنت اشیا تاثیر مثبت و معناداری دارد. آنها همچنین تسهیل شرایط به لحاظ سخت افزاری، نرم افزاری، پشتیبانی تامین‌کنندگان فناوری و تضمین

1. Moreno et al.

ریسک مالی کاربرد این فناوری توسط شرکت‌های بیمه را در افزایش نرخ پذیرش فناوری اینترنت اشیا در بخش کشاورزی موثر دانستند (Ronaghi & Forouharfar, 2020). در مطالعه دیگری با عنوان تحلیل بسترها و موانع تحقق حکمروایی هوشمند توسط امین‌نژاد و همکاران (۱۳۹۹)، به بررسی موانع تحقق شهر هوشمند در ایران پرداخته شد که طی آن کمبود نیروی متخصص و مراکز تحقیق و توسعه جز مهمترین مانع در تحقق محیط هوشمند در شهر سنندج شناسایی شده است (امین‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۹).

بنت و همکاران^۱ (۲۰۱۷)، دریافتند که چالش‌های دستیابی به شهر هوشمند ایده‌آل در انگلستان هر چند بسیار زیاد و عمیق است اما غیرقابل حل نیست. نتایج آنها را می‌توان در چهار مسئله اصلی خلاصه کرد: (۱) چالش‌های مهم سیاسی (برخلاف فناوری) مستلزم مشارکت رهبران سیاسی مقامات عالی و حمایت آنها از حاکمیت اینترنت اشیا و چشم‌اندازها و سیاست‌های لازم‌الاجرا در این راستا است. (۲) نیروهای بازار باید به گونه‌ای شکل گیرند که جامعه بطور گسترده‌تری از آن بهره‌مند شوند. (۳) شهرهای هوشمند نمی‌توانند صرفاً از پایین به بالا یا از بالا به پایین باشند، بلکه باید هر دو به موازات هم اعمال شوند. (۴) نگرانی در مورد حریم خصوصی، تعامل و استفاده مناسب از همه جنبه‌های رابط شهرهای هوشمند باید بهتر درک شود (Bennett et al., 2017). در همین راستا عزیزی (۱۳۹۹)، نشان داد که آنچه در ایجاد زیرساخت‌ها و ایجاد شهر هوشمند بسیار حائز اهمیت است، مدیریت خوب شهری است. طبق پژوهش وی، شهرداری شهر جدید هشتگرد علی‌رغم صرف هزینه‌های زیاد برای اجرای فناوری‌های جدید، به دلیل عدم مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب ساختار انتخاب فناوری، در پیاده‌سازی به توفیق چندانی دست نیافته است. وی همچنین شاخص‌های شفافیت، پاسخگویی، اثربخشی، مسئولیت‌پذیری، مشروعیت، مشارکت، اجماع و عدالت را از جمله شاخص‌های مهم شهر هوشمند شناسایی کرده است (عزیزی، ۱۳۹۹).

چنان چه ذکر آن گذشت، اینترنت اشیا در توسعه شهرهای هوشمند نقش اساسی

1. Bennett et al.

ایفا می‌کنند، اما کاربرد آنها با چالش‌های متعددی روبروست که موجب شکست یا وقفه در برنامه و پروژه‌های شهر هوشمند می‌شود. از آنجا که دنیای فناوری بسیار سریع‌تر از مطالعات دانشگاهی پیشرفت می‌کند، مدیران اجرایی فاقد ادراک لازم از چالش‌های بکارگیری اینترنت اشیا در شهر هوشمند هستند. بنابراین و با توجه به کمبود تحقیق در مورد توسعه شهرهای هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در اقتصادهای در حال ظهور مانند ایران، در این مطالعه تلاش شده است تا یک دید کلی از چالش‌های مختلف مربوط به اینترنت اشیا و رابطه بین چالش‌ها (با هدف کشف وابستگی میان آنها) ارائه و به سوالات زیر پاسخ داده شود. (۱) چالش‌های اصلی اجرای اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند کدامند؟ (۲) روابط بین چالش‌ها چیست؟ (۳) کدام یک از چالش‌ها برای توسعه شهر هوشمند اولویت بیشتری دارند؟ در ابتدا مروری بر ادبیات در زمینه شهر هوشمند، نقش اینترنت اشیا در شهر هوشمند و سپس چالش‌های کاربرد اینترنت اشیا در توسعه شهر هوشمند ارائه می‌شود. در بخش بعدی روش تحقیق، یافته‌ها، نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه می‌شوند.

۲. مبانی نظری پژوهش

۲-۱ شهر هوشمند

از تعاریف ارائه شده در ادبیات می‌توان به شهر هوشمند به عنوان یک راه‌حل زندگی یکپارچه برای تاب‌آوری شهرها نگریست که برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان، بسیاری از جنبه‌های زندگی مانند انرژی، حمل و نقل و ساختمان‌ها را به روشی هوشمندانه و کارآمد به یکدیگر پیوند می‌دهد. علاوه بر این، تعاریف با تاکید بر اهمیت پایداری منابع و کاربردها برای نسل‌های بعدی، بسیار بر آینده نیز متمرکز هستند. رشد هوشمند، پاسخی است به پراکندگی و شهر هوشمند یک مفهوم بسیار گسترده است که نه تنها زیرساخت‌های فیزیکی بلکه عوامل انسانی و اجتماعی را نیز شامل می‌شود (Bourhim & Cherkaoui, 2019). شهر هوشمند، عمدتاً بر استفاده از فناوری اطلاعات نسل اخیر در تمام اقسام جامعه، تعبیه حسگرها و تجهیزات در بیمارستان‌ها، شبکه‌های برق، راه آهن،

پل‌ها، تونل‌ها، جاده‌ها، ساختمان‌ها، سیستم‌های آب، سدها، خطوط لوله نفت و گاز و سایر اشیا در هر گوشه از جهان با استفاده از اینترنت اشیا متمرکز است. به تعبیری دیگر، شهر هوشمند یعنی شهری که تلاش می‌کند خود را "هوشمندتر" (کارآمدتر، پایدار و عادلانه‌تر) کند (Patel & Patel, 2016). توسعه‌ی شهرهای هوشمند و خودکارسازی نیز محرکی برای استقرار فناوری‌های متعددی مانند هوش مصنوعی^۱ (فناوری که قادر است از تجربه یاد بگیرد، تصمیم‌گیری را به صورت خودکار انجام دهد و در جنبه‌های مختلف زندگی کمک کند) است. اگر هوش مصنوعی در حال حاضر برای تقلید از ساختارهای مغز انسان طراحی شده است، اما در یادگیری عمیق به عنوان بخشی از یادگیری ماشینی^۲ یا توسعه "مغز شهر"^۳ است که هدف نهایی آن همانند شبیه‌سازی‌های هوش هیجانی برای پیشی گرفتن از عملکرد انسان و کارایی به مراتب بالاتر است (Golubchikov & Thornbush, 2020). فناوری دیگری که به دنبال توسعه شهر هوشمند مورد توجه قرار گرفته، واقعیت افزوده^۴ است. واقعیت افزوده یک حوزه علمی و فنی است که به شهرها کمک می‌کند تا قابل زندگی، رقابتی و پایدارتر شوند. واقعیت مجازی از رابط‌های محاسباتی و رفتاری برای شبیه‌سازی رفتار موجودات سه بعدی در دنیای مجازی استفاده می‌کند و به کاربران این امکان را می‌دهد تا در زمان واقعی، با یکدیگر و با یک یا چند کاربر از طریق کانال‌های حسی _ حرکتی تعامل داشته باشند (Bourhim & Cherkaoui, 2019). در واقع هدف اصلی توسعه شهر هوشمند، ادغام و جامعیت بخشیدن به ابعاد هوش انسانی، هوش جمعی و هوش مصنوعی با استفاده از شبکه‌های مخابراتی دیجیتال، حسگرها و نرم‌افزارها و همچنین دانش و مهارت‌های شناختی است. در نهایت، می‌توان شهر هوشمند را شهری مبتنی بر مردم و برآمده از نیازهایی دانست که شهر قرن بیستمی قادر به تامین آنها نیست. همچنین شهری است که در فراگرد بهگشت زیست‌شهروندان خود گام برداشته، مسیر درستی را پیموده و آینده قابل پیش‌بینی دارد. بر این اساس مولایی

1. Artificial intelligence (AI)
2. Machin learning
3. city brain
4. Virtual Reality (VE)

و همکاران (۱۳۹۵)، مدل مفهومی برای هوشمندسازی شهرها ارائه کردند که مولفه‌های کلیدی آن عبارت است از هوش مصنوعی، هوش فردی، هوش جمعی، یکپارچگی و نوآوری. البته این نوآوری به عنوان وسیله مد نظر است و نه به عنوان هدف (مولائی و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-۲ اینترنت اشیا

مفهوم اینترنت اشیا (IOT) به وسیله یکی از اعضای گروه توسعه‌ی فرکانس رادیویی^۱ در سال ۱۹۹۹ ابداع شد و عمدتاً به دلیل رشد دستگاه‌های همراه، ارتباطات نهفته و در دسترس، رایانش ابری^۲ و تجزیه و تحلیل کلان‌داده‌ها است. با IOT، ارتباطات از طریق اینترنت به همگی چیزهایی که ما را احاطه کرده‌اند، گسترش می‌یابد (Patel & Patel, 2016). منبع اصلی اینترنت اشیا داده‌هایی با نرخ تولید^۳، حجم^۴ و تنوع^۵ بسیار بالا معروف به کلان‌داده است. بسیاری از سیاست‌گذاران با تحلیل و استخراج بیش از این داده‌ها برای دستیابی به پایداری مورد نیاز مولفه‌های هوشمند شهر و بالا بردن سطح زندگی اقدامات استفاده می‌کنند. کلان‌داده‌های تولید شده توسط حسگرهای اینترنت اشیا با استفاده از تعامل بین ویژگی‌های مختلف داده، می‌توانند یک محیط سالم و آسوده شهری را فراهم کنند (Silva et al., 2018). امروزه نه تنها تولید داده بلکه استخراج اطلاعات مفید از داده‌ها تغییر شکل یافته است و اینترنت اشیا به نحوی از طراحی اطلاعات مبتنی بر اینترنت استفاده می‌کند که امکان تبادل داده‌ها، اطلاعات و خدمات متصل به شبکه را فراهم می‌کند (Li et al., 2016). اینترنت اشیا به عنوان یکی از فناوری‌های تحول‌آفرین عمده در شبکه‌های حسگر بی‌سیم "WSN" استفاده می‌شود که استفاده از آنها موجب افزایش بهره‌وری می‌شود (رونقی و فرهرفر، ۲۰۲۰). اینترنت اشیا چشم‌اندازی بزرگ از دنیای

-
1. Radio Frequency Identification (RFID)
 2. Cloud Computing (CC)
 3. velocity
 4. volume
 5. variation

اینترنت و چارچوبی ایمن برای اتصال دستگاه‌ها و حسگرها در محیط شهر هوشمند را فراهم کرده است و اشتراک‌گذاری منابع اطلاعاتی در سراسر شهر هوشمند را برای مدیریت به شیوه‌ی کارتر میسر می‌سازد. رایانش ابری یکپارچگی این منابع اطلاعاتی، به اشتراک‌گذاری، محاسبات آنها و همکاری نرم‌افزاری را بهبود می‌بخشد. محاسبات ابری برای توصیف انواع مختلف مدل‌های محاسباتی که کامپیوترهای زیاد یا خوشه‌های متصل شده از طریق شبکه‌ی ارتباطی بلادرنگ^۱ را درگیر می‌کند، به کار می‌رود و با استفاده از آن می‌توان خدمات مختلفی را روی ابرها در دسترس قرار داد و شهروندان شهرهای هوشمند می‌توانند به راحتی از این خدمات در تلفن‌های هوشمند، رایانه‌های شخصی، تبلت‌ها و غیره استفاده کنند (فهم فام و حمیدی، ۱۳۹۶). در مجموع، دستگاه‌های اینترنت اشیا یکی از عناصر اصلی یک شهر هوشمند است که می‌تواند برای کاهش مصرف انرژی در خانه‌ها و شرکت‌ها، کاهش مصرف انرژی و آلودگی ترافیک و ردیابی کالاها مورد استفاده قرار گیرد و همچنین مصرف و تولید پایدارتر را گسترش دهد (Janssen et al., 2019).

۲-۳ چالش‌های اینترنت اشیا در توسعه شهر هوشمند

علی‌رغم کاربرد گسترده و حیاتی اینترنت اشیا استفاده از آنها همواره با چالش‌هایی همراه است. یک چالش جدی که در مورد داده‌های اینترنت اشیا وجود دارد مربوط به امنیت و حریم خصوصی است. امنیت به معنای رمزنگاری، ارتباطات ایمن و تضمین‌های حفظ حریم خصوصی است. امنیت اینترنت اشیا طیف وسیعی از وظایف را شامل می‌شود از جمله محرمانه بودن داده‌ها، در دسترس بودن خدمات، ضد بدافزار، یکپارچگی اطلاعات، محافظت از حریم خصوصی، کنترل دسترسی و غیره. همچنین تنوع زیاد اینترنت اشیا باعث می‌شود که در برابر حملات علیه دسترسی، یکپارچگی سرویس، امنیت و حریم خصوصی بسیار آسیب‌پذیر باشند (Li et al., 2016). از این رو مسائل و مشکلات مربوط به حفظ

حریم خصوصی و گردآوری اطلاعات شخصی، نظارت و کنترل بیش از اندازه بر شهروندان از چالش‌های مهم کاربرد اینترنت اشیا در شهر هوشمند است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷). از نقطه نظری دیگر، چالش امنیت را می‌توان به اشتراک گذاشتن داده‌ها و اطلاعات در بین ادارات مختلف در شهر در نظر گرفت. هر سازمان یا ارگان دولتی و شهری معمولاً انبار یا سیلوی اطلاعات محرمانه یا عمومی مخصوص به خود را دارد. اکثر آنها اغلب تمایلی به اشتراک‌گذاری آنچه ممکن است داده‌های اختصاصی تلقی شود، ندارند. علاوه بر این، برخی از داده‌ها ممکن است تحت شرایط خاص حریم خصوصی اداره شوند که به اشتراک‌گذاری آنها در بین نهادهای مختلف دشوار است. در اینجا چالش اصلی حصول اطمینان از این امر است که مرز جمع‌آوری و استفاده از کلان‌داده به حریم خصوصی شهروندان تجاوز نمی‌کند (Patel & Patel, 2016). برای رفع این چالش یک سیستم رمزنگاری برای حفظ حریم خصوصی داده‌های اینترنت اشیا بر اساس رمزنگاری مبتنی بر زنجیره بلوکی یا بلاکچین^۱ پیشنهاد شده است. با استفاده از فناوری‌های بلاکچین، یک شبکه امن و قابل اعتماد برای به اشتراک‌گذاری داده‌ها برای ارایه دهندگان چند داده ایجاد شده است تا داده‌های اینترنت اشیا را رمزگذاری کرده و سپس در یک فهرست توزیع شده بایگانی کند. استفاده از یک سیستم رمزنگاری برای ایجاد بلوک‌های ساختاری محکم طراحی شده است که فقط به دو اتصال با یک تکرار نیاز دارد و به شخص ثالث قابل اعتماد احتیاج ندارد (Shen et al., 2019). تامین امنیت سبب ارایه خدمات منعطف، در دسترس و دارای مشخصه کیفی رعایت امنیت و حریم خصوصی برای دولتی هوشمند و در نتیجه اعتماد عمومی خواهد شد (تقوا و همکاران، ۱۳۹۶). چالش دیگر در رابطه با تجمیع، مدیریت داده‌ها، منابع و پردازش آنها است که مستلزم کاربرد رایانش ابری است، اما بدلیل مشکلات ذاتی موجود در رایانش ابری مانند زمان تاخیر غیر قابل اعتماد، عدم پشتیبانی از سیار بودن و محل قرارگیری اطلاعات است که به وجود یک پارادایم محاسباتی برای انجام محاسبات بر روی داده‌ها با سرعت بیشتر،

ضرورت بخشیده است. لذا محققان رایانش مه^۱ به عنوان یک پارادایم جایگزین رایانش ابری که محاسبات ابری را با ارسال سرویس‌ها به لبه‌های شبکه قبل از ارسال آنها به ابر و کار بر روی داده‌ها قبل از اینکه گم شوند و از دست بروند، پیشنهاد کرده‌اند (شعبانی و روستایی، ۱۳۹۶). در حالی که تجمیع و مدیریت داده‌ها، بستر داده باز^۲، جمع‌آوری و ذخیره‌ی کلان‌داده و همچنین تخصص در تحلیل آنها از مهمترین چالش‌های ایران در مسیر هوشمند شدن است (Noori et al., 2020)، نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که تصمیم‌گیرندگان در شهرداری‌ها عمدتاً چالش‌هایی را با موضوعات فنی مانند کمبود تخصص، دانش و مهارت به طور خاص ضعف دولت‌ها در جذب متخصصان فنی و مدیران اجرایی دارند و از دیگر سو با چالش‌های غیر فنی مانند همکاری، اقتصادی، حاکمیت و آگاهی از فناوری مواجهند (یزدان پناه و حسنی آهانگر، ۱۳۹۵ و Pierce & Andersson, 2017).

بنابراین تبدیل به شهرهای هوشمند نیازمند نوآوری در برنامه‌ریزی، مدیریت و عملیات و همچنین یک نگرش سیستمی و کل‌نگر است. لذا فقدان یک مدل سیستم اطلاعاتی مشترک برای اطمینان از دید جامع مبدا به مقصد برای درک آمادگی در بخش‌های مختلف هنگام مدیریت زیرساخت‌ها و خدمات شهر هوشمند، مانعی جدی برای موفقیت است. مدل‌های سیستم‌های شهری باید آماری و فیزیکی و همچنین در سطح فردی و اجتماعی باشند. چالش در ساخت چنین مدل‌هایی، فقدان داده‌های حقیقی برای تنظیم و آموزش دقیق آنها است. مدل‌ها باید با داده‌های موجود اجرا شوند و با تغییرات در وضعیت شهر انطباق یابند. از سوی دیگر چالش پیش‌بینی رفتار افراد جامعه به عنوان ذینفعان یک سیستم بر پیچیدگی مدل مذکور می‌افزاید. در این راستا، هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل پیشگویانه^۳ کلان‌داده برای پیش‌بینی رفتار شهروندان بسیار کارا است (Ballon et al., 2011). متولیان شهرهای هوشمند در ایران، عدم مدیریت یکپارچه شهری که موجب

1. Fog Computing
2. Open data platform
3. Predictive Analytics

فقدان یک مدل سیستم اطلاعاتی یکپارچه می‌شود را از بزرگترین موانع در مسیر توسعه شهر هوشمند برشمرده‌اند. آنها همچنین بر نقش اصلی شهرداری‌ها به‌عنوان هماهنگ‌کننده سیاست‌ها و فعالیت‌های پراکنده سازمان‌های مختلف مانند بهداشت و درمان و ارتباطات از راه دور تاکید کردند. همچنین حذف مقررات غیرضروری و تسهیل امور اداری با هدف حذف هر چه بیشتر واسطه‌ها برای بخش خصوصی را از موارد مهمی که نیاز به اجرای جدی دارد، مورد تاکید قرار داده‌اند (Noori et al., 2020).

شهر هوشمند با ادغام حجم عظیمی از داده‌ها از منابع مختلف ایجاد می‌شود و وجود یک شبکه با تعداد بسیار زیادی دستگاه‌های نامتجانس که استانداردهای گوناگونی داشته و قصد تعامل با یکدیگر را دارند، یک چالش جدی برای اهداف ادغام و استانداردسازی در شهرهای هوشمند است (یزدان پناه و حسنی آهنگر، ۱۳۹۵). بنابراین ادغام داده‌ها در شهر هوشمند یکی دیگر از چالش‌های مهم است که باید مرتفع شود؛ برای این منظور باید از ابزارهای متعددی برای ادغام داده‌ها در شهر هوشمند استفاده کرد که موانع فنی نشانی‌یابی داده‌ها را کاهش دهند (فهم فام و حمیدی، ۱۳۹۶). در واقع عدم ادغام و همگرایی شبکه‌های ناهمگن به عنوان مثال بلوتوث، WLAN، شبکه‌های سلولی ناهمگن مانند 3G، 4G، 5G و غیره مانع دسترسی به موقع به داده‌ها و بنابراین یک چالش بالقوه برای توسعه شهرهای هوشمند است (Lee et al., 2014). عدم دسترسی به موقع به داده‌ها از منابع مختلف در سطح شهر که ناشی از محدود بودن توان در سرعت انتقال و جابجایی داده‌هاست، ناشی از ضعف زیرساخت‌های ارتباطی و پهنای باند مخابراتی است. بنابراین انتظار می‌رود توانمندی تکنولوژیکی و زیرساختی مربوطه، مهمترین نقش را در امکان‌سنجی یک مدل خدمات مبتنی بر فناوری ایفا کند. این مدل از همان زیرساختی استفاده می‌کند که اینترنت اشیا ایجاد و پشتیبانی می‌شود. ضعف زیرساخت‌های فناوری در جمع‌آوری و تحلیل داده‌هایی با نرخ انتقال مناسب و کیفیت بالا، چالش مهمی در بکارگیری اینترنت اشیا در توسعه شهر هوشمند است (Perera et al., 2014). در این زمینه، بدلیل اینکه ایران از نظر پیشبرد اهداف توسعه پایدار و بطور خاص سند چشم‌انداز

۲۰ ساله (۱۴۰۴) به نتایج مطلوبی دست نیافته است، از نظر شاخص‌های زیرساخت مخابراتی فاصله زیادی با متوسط جهانی دارد. لذا برای ورود به عرصه شهر هوشمند، تقویت زیرساخت‌ها برای انتقال و تحلیل موثر داده‌ها امری ضروری است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷).

چالش دیگر را می‌توان مربوط به هزینه‌های بالای ایجاد شبکه‌هایی از حسگرها، صفحه نمایش‌ها، دوربین‌ها، دستگاه‌های هوشمند، شبکه هوشمند و یک زیرساخت امن برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات دانست که نیاز به سرمایه‌گذاری و همکاری چشمگیر طرفین دارد، هر چند ممکن است مزایا همیشه به طور مساوی تقسیم نشوند (Zanella et al., 2014 و Ronaghi & Forouharfar, 2020). فراهم کردن بسترهای پیاده‌سازی و تحقق شهرهای هوشمند هزینه‌های سنگینی را بر جامعه تحمیل می‌کند، پس آماده‌سازی شهروندان برای تقبل این هزینه‌ها (مالیات بیشتر) از اهم وظایف دولت‌هاست (مهدی‌زاده، ۱۳۹۸). عموماً دولت هوشمند به عنوان یک عامل مهم در ایجاد بستر هوشمندی برای همگرایی منابع مالی و اطلاعاتی لازم در سطح شهر در نظر گرفته می‌شود. یک حکمرانی مناسب و مدیریت شهری در ابعاد وسیع امری اساسی است. تاکید بر این نکته لازم است که هوشمندی در یک شهر ایجاد نمی‌شود، مگر اینکه تمام ابعاد در ایجاد یک شهر هوشمند از زیر معیارهای شهر هوشمند به شکل همگرا و یکپارچه در نظر گرفته شود (Shokouhi et al., 2016). بنابراین یکی از چالش‌های مهم، ایجاد همگرایی بین کلیه ذینفعان در تمام ابعاد است. عدم آگاهی کافی و مقاومت در برابر فناوری‌های جدید و ناشناخته مانعی جدی برای ایجاد همگرایی است. در حالیکه آگاهی، زمینه‌ساز تبادل داده بین شهروندان و دولت و همچنین یکی از مباحث مهم هم‌آفرینی^۱ و تعامل بوسیله اعضای جامعه است (Perera et al., 2014 و منزون^۲، ۲۰۱۵). باید در نظر داشت که شهرهای هوشمند، به مثابه جوامع زنده‌ای هستند که از مهارت‌های افراد، نهادهای جمعی برای یادگیری و نوآوری و زیرساخت‌های فیزیکی و دیجیتال برای برقراری ارتباط و همکاری آنلاین استفاده می‌کنند.

1. Co-creation
2. Monzon

همچنین آفرینش محیط‌های اقتصادی و اجتماعی جذاب که در آن شهروندان، شرکت‌ها و دولت‌ها بتوانند به صورت تعاملی کار و زندگی نمایند، نقش کلیدی را در فرآیند برنامه‌ریزی و طراحی شهرهای هوشمند، ایفا می‌کند (مولائی و همکاران، ۱۳۹۵ و Shokouhi et al., 2016). نتایج حاصل از نظرسنجی چهار شهر تهران، مشهد، شیراز و اصفهان نشان می‌دهد که میزان آگاهی شهروندان از برنامه شهر هوشمند در شهرهایشان تقریباً مشابه است؛ سطح متوسطی از آگاهی از مفهوم و فناوری‌های شهر هوشمند وجود دارد و شهروندان عمدتاً در مورد آن چیزی شنیده‌اند، اما اطلاعات کافی دریافت نکرده‌اند (Noori et al., 2020). همکاری در توسعه یک شهر هوشمند، امری ضروری است و آگاهی زمینه‌ساز مشارکت جمعی است. ضرورت همکاری در توسعه شهر هوشمند به این دلیل است که داده‌های سیلوها، شبکه‌ها و دستگاه‌های ناهمگن باید به هم متصل شوند. عدم توانمندی برای همکاری و مشارکت موثر، مانعی جدی در توسعه برنامه‌های شهر هوشمند است. برای پایدار نگه داشتن مدل شهر هوشمند باید تلاش کرد تا با جلب اعتماد همه طرف‌های درگیر، زمینه مشارکت همه ذینفعان ایجاد شود. لذا جلب اعتماد عمومی عامل مهمی در پذیرش اجتماعی است و برای توسعه موفقیت‌آمیز شهرهای هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا بسیار مهم است. عدم اعتماد می‌تواند به طور بالقوه باعث ناکامی کل مدل یا اهداف سیستم شود. به عنوان مثال، اگر دارندگان اشیا به حسگرها به عنوان یک سرویس اعتماد نکنند، کل مدل از کار می‌افتد. برای جلب اعتماد، یک فرایند مدیریت تغییر طولانی مدت لازم است که باید با افزایش آگاهی در مورد عملکردهای داخلی و مزایای مدل پشتیبانی شود. پذیرش همگانی، همکاری را میسر می‌کند (Perera et al., 2014). اعتماد را می‌توان صلاح‌دید از جانب فرد یا گروهی دانست که بوسیله آن می‌توان بر وعده شفاهی یا کتبی دیگری تکیه کرد. اعتماد مبتنی بر انتظار است و عدم تحقق انتظارات، اعتماد را مخدوش می‌کند. اعتماد عمومی یعنی انتظار عموم از دریافت پاسخ مثبت به خواسته‌هایشان از طرف متولیان امور عمومی. بی‌اعتمادی مانع بسیاری از همکاری‌های

حیاتی بین دولت‌ها و جوامع آنها است (زاهدی و خانباشی، ۱۳۹۱). در ادامه جدول ۱ حاوی ۱۴ چالش عمده استخراج شده از ادبیات است.

جدول ۱. چالش‌های کاربرد اینترنت اشیا در شهر هوشمند

منابع	معیار
پورا احمد و همکاران، ۱۳۹۷؛ نوری و همکاران، ۲۰۲۰؛ پررا و همکاران، ۲۰۱۴؛ منز و همکاران، ۲۰۱۵؛ عزیزی، ۱۳۹۹	ضعف زیرساخت‌های فنی در سرعت انتقال داده‌ها و عملکرد شبکه
نوری و همکاران، ۲۰۲۰؛ بنت و همکاران، ۲۰۱۷	عدم حاکمیت اینترنت اشیا
نوری و همکاران، ۲۰۲۰؛ عزیزی، ۱۳۹۹؛ بنت و همکاران، ۲۰۱۳؛ پررا و همکاران، ۲۰۱۴	عدم وجود سیاست‌های شفاف، چشم‌اندازها و دستورالعمل‌های نظارتی روشن
زنلا و همکاران، ۲۰۱۴؛ فهم فام و حمیدی، ۱۳۹۶؛ بال و همکاران، ۲۰۱۱؛ تقوا و همکاران، ۱۳۹۶؛ یزدان پناه و حسنی آهنگر، ۱۳۹۵	حریم خصوصی و امنیت
یزدان پناه و حسنی آهنگر، ۱۳۹۵؛ نوری و همکاران، ۲۰۲۰؛ زنلا و همکاران، ۲۰۱۴	چالش‌های ادغام و همگرایی داده‌های ناهمگن
نوری و همکاران، ۲۰۲۰؛ پیرس و اندرسون، ۲۰۱۷	فقدان یک مدل سیستم اطلاعاتی مشترک
فهم فام و حمیدی، ۱۳۹۶؛ نوری و همکاران، ۲۰۲۰؛ زنلا و همکاران، ۲۰۱۴	فقدان دانش فنی در بین برنامه‌ریزان
نوری و همکاران، ۲۰۲۰؛ تاجیزاوا و همکاران، ۲۰۱۵؛ فهم فام و حمیدی، ۱۳۹۶	عدم ارتباط بین گره‌های عملیاتی در اجرای شهر هوشمند
نوری و همکاران، ۲۰۲۰؛ تاجیزاوا و همکاران، ۲۰۱۵؛ فهم فام؛ حمیدی، ۱۳۹۶؛ یزدان پناه و حسنی آهنگر، ۱۳۹۵؛ منز و همکاران، ۲۰۱۵	مسائل آگاهی و پذیرش عمومی
زنلا و همکاران، ۲۰۱۴؛ بال و همکاران، ۲۰۱۱ و رونقی و فروهرفر، ۲۰۲۰	هزینه آموزشی، عملیاتی و نگهداری بالا
شکوهی و همکاران، ۲۰۱۸؛ نوری و همکاران، ۲۰۲۰	عدم حکمرانی و مدیریت مناسب
عزیزی، ۱۳۹۹؛ نوری و همکاران، ۲۰۲۰؛ یزدان پناه و حسنی آهنگر، ۱۳۹۵	عدم هم‌آفرینی و تعامل
عزیزی، ۱۳۹۹؛ تقوا و همکاران، ۱۳۹۶؛ منز و همکاران، ۲۰۱۵؛ یزدان پناه و حسنی آهنگر، ۱۳۹۵	درجه نابرابری (اجتماعی)
منز و همکاران، ۲۰۱۵؛ زاهدی و خانباشی، ۱۳۹۱	عدم اعتماد بین دولت و ملت

منبع: مطالعات نگارندگان

۳. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از لحاظ روش، ترکیبی می باشد و در تابستان ۱۴۰۰ انجام شده است. این مطالعه در بخش کیفی، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و تحلیل محتوای پژوهش‌های داخلی و خارجی و بر اساس روش تحلیل محتوا، ۱۴ مورد از موانع کاربرد اینترنت اشیا در حوزه شهر هوشمند شناسایی کرده است. در بخش کمی، ابتدا چالش‌های شناسایی شده توسط هفت کارشناس فعال در زمینه توسعه شهر هوشمند با استفاده از روش سوارا^۱ وزن‌دهی شدند. ویژگی مدنظر محققان مطالعه حاضر برای استفاده از اطلاعات خبرگان، بر اساس شناخت عمیق آنها از حوزه مربوطه و شناخت نسبی آنها از ابعاد فرعی موضوع و همچنین تجربه عملی آنها در عرصه هوشمندسازی شهر بوده است. در این مرحله پرسش اصلی این بود: "اولویت چالش‌های شناسایی شده مرتبط با کاربرد اینترنت اشیا در شهر هوشمند" کدامند؟ با محوریت این پرسش یک پرسشنامه آنلاین طراحی و در فضای مجازی مطرح شد. سپس با جمع آوری نظرات خبرگان با استفاده از روش سوارا از مجموع نظرات میانگین گرفته شد. استفاده از روش سوارا به عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری گروهی در تصمیم‌گیری‌های سطح بالا و بسیار مهم توصیه شده است که براساس توافق جمعی میان کارشناسان صورت می‌گیرد. این روش قابل فهم و ساده است و در مقایسه با روش‌هایی نظیر AHP و ANP تعداد مقایسات زوجی کمتری دارد (Stanujkic et al., 2015). در ادامه برای تعیین روابط ساختاری میان چالش‌ها، از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری^۲ استفاده شد. مدل‌سازی ساختاری تفسیری یکی از ابزارهایی است که تعامل بین متغیرهای مختلف را نشان می‌دهد. مدل‌سازی ساختاری تفسیری روابط بین متغیرها را به صورت روابط سلسله مراتبی نشان می‌دهد. بنابراین، این روش به منظور شناسایی و نشان دادن روابط بین اجزای مختلف که می‌توانند روابط پیچیده‌ای داشته باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Singh & Kant, 2008). در گام

-
1. SWARA
 2. Interpretative Structural Modeling (ISM)

تکمیلی با هدف تایید نتایج مدل و آزمون از تحلیل میک میک استفاده شد. میک میک یکی از ابزارهای "آینده نگاری استراتژیک" بشمار می آید و یک رویکرد ساختاری برای دسته بندی متغیرها با توجه به قدرت محرک و وابستگی آنها است (Janssen et al., 2019).

۴. یافته ها

بر اساس مطالعات پژوهش های پیشین و مطابق نظر خبرگان، ۱۴ مورد از مهم ترین چالش های کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در شهر هوشمند شناسایی و رتبه بندی شدند. وزن نهایی چالش ها با استفاده از روش سوارا در جدول ۲ به ترتیب نزولی ارایه شده است.

جدول ۲. محاسبه ی وزن معیارها با استفاده از روش SWARA

معیار	شاخص	S_j (اهمیت نسبی)	$K_i = S_i + 1$ ضریب	$W_j = (X_j - 1) / K_i$ وزن اولیه	$q_i = W_i / \sum(w_i)$ وزن معیار
C1	ضعف زیرساخت فناوری (شبکه ناکارآمد و پهنای باند ضعیف)	-	1	1	۱۰/۲
C2	عدم حمایت و حاکمیت اینترنت اشیا	۰/۱۹	۱/۱۹	۰/۸۴۳	۰/۱۷
C3	عدم وجود سیاست ها، چشم اندازها و دستورالعمل های نظارتی	۰/۲۶	۱/۲۶	۰/۶۷۱	۴۰/۱
C4	حریم خصوصی و امنیت	۰/۳۰	۱/۳۰	۰/۵۱۶	۱۰/۱
C5	چالش های ادغام و همگرایی در شبکه های ناهمگن	۰/۲۱	۱/۲۱	۰/۴۲۵	۹۰/۰
C6	فقدان یک مدل سیستم اطلاعاتی مشترک	۰/۲۹	۱/۲۹	۰/۳۳۱	۷۰/۰
C7	فقدان دانش فنی در بین برنامه ریزان	۰/۲۶	۱/۲۶	۰/۲۶۳	۰/۰۵
C8	عدم ارتباط بین گره های عملیاتی در اجرای شهر هوشمند	۰/۲۴	۱/۲۴	۰/۲۱۲	۰/۰۴
C9	مسائل آگاهی و پذیرش عمومی	۰/۲۹	۱/۲۹	۰/۱۶۵	۰/۰۳۴
C10	هزینه آموزشی و عملیاتی و نگهداری بالا	۰/۲۱	۱/۲۱	۰/۱۳۶	۰/۰۲۸
C11	عدم شفافیت و مسئولیت	۰/۲۹	۱/۲۹	۰/۱۰۵	۰/۰۲۲
C12	عدم هم آفرینی و تعامل	۰/۲۳	۱/۲۳	۰/۰۸۶	۰/۰۱۸

معیار	شاخص	S_j (اهمیت نسبی)	$K_i = S_i + 1$ ضریب	$W_j = (X_i - 1) / K_i$ وزن اولیه	$q_i = W_i / \sum(w_i)$ وزن معیار
C13	درجه نابرابری (اجتماعی)	0/26	1/26	0/068	0/014
C14	عدم اعتماد بین دولت و ملت	0/29	1/29	0/053	0/011

منبع: محاسبات نگارندگان

در ادامه، یافته‌ها در بخش مدل‌سازی ساختاری تفسیری ارائه شده است. در این مرحله متغیرهایی که می‌توانند بر روی سیستم اثرگذار باشند، شناسایی می‌شوند. همچنین ماتریس خودتعاملی طبق جدول ۳ ایجاد می‌شود. در ماتریس، از نمادهایی استفاده می‌شود که دسترس‌پذیری را نشان می‌دهند. این نمادها در جدول ۴ مطرح گردیده است.

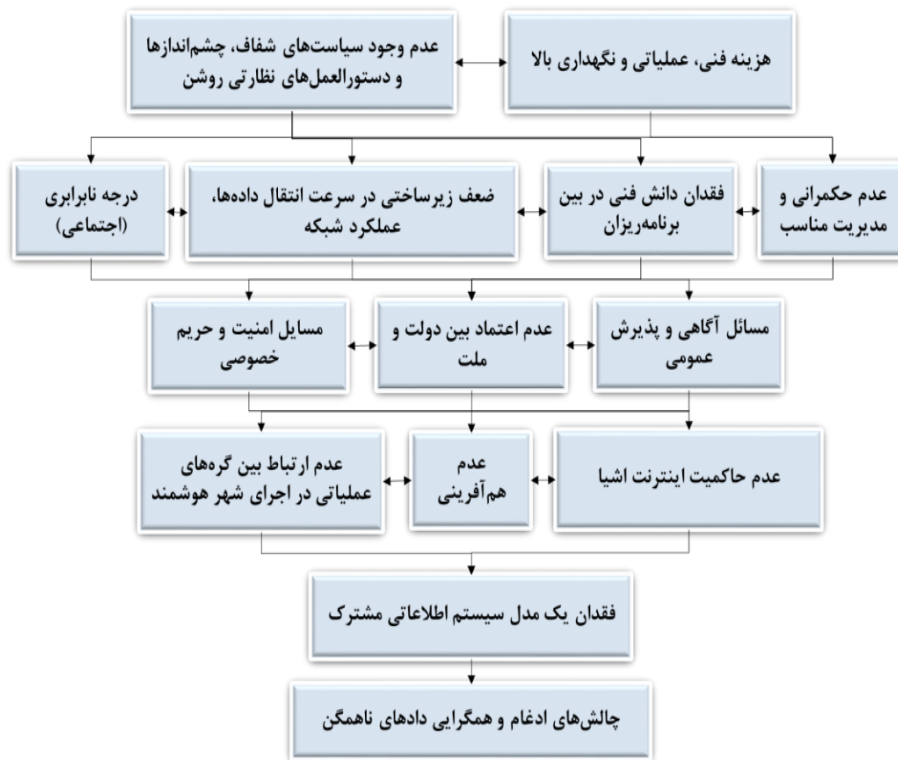
جدول ۳. ماتریس خودتعاملی اولیه ابعاد

معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		V					V	V	V	V	V	V	V	V
2			A	A			V	A	V	V	A			A
3					V	V	V	V	V	V				O
4							V	V	V					A
5							A	A	A					A
6							A	A	A					A
7							V	V						V
8														A
9														A
10														O
11														V
12														A
13														V

راهنمای جدول: A: معیار j بر معیار i تأثیرگذار است، V: معیار i بر معیار j تأثیرگذار است، X: معیار i و j بر یکدیگر تأثیر متقابل دارند و O: میان معیار i و j رابطه‌ای وجود ندارد.

معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	نفوذ
11	1*	1		1	1	1	1*	1	1		1	1	1	1	12
12		1*				1		1*				1			5
13	1	1		1	1	1	1*	1	1		1*	1	1	1	12
14		1		1		1		1	1		1			1	8
وابستگی	6	12	2	9	14	13	6	12	9	2	6	12	6	9	

در مرحله بعد به تعیین سطح و اولویت ابعاد پرداخته شد. برای تعیین سطح و اولویت متغیرها، مجموعه دستیابی و مجموعه پیشنهاد برای هر متغیر تعیین شد. پس از تعیین مجموعه‌های پیشنهاد و دستیابی و عناصر مشترک به تعیین سطح عوامل اقدام شد. پس از تعیین روابط سطح‌بندی عوامل بدست آمد. طبق شکل ۲، چالش‌ها در شش سطح، ترازبندی شدند. بدین ترتیب که چالش‌های ادغام و همگرایی در شبکه‌های ناهمگن، به عنوان سطح اول و دو چالش هزینه آموزشی، عملیاتی و نگهداری بالا و عدم وجود سیاست‌های شفاف، چشم‌اندازها و دستورالعمل‌های نظارتی روشن به عنوان سطح ششم شناخته شدند.



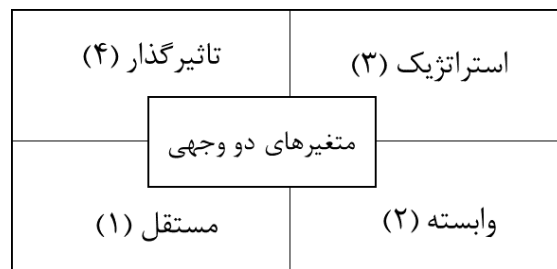
شکل ۲. مدل پیشنهادی چالش‌های اینترنت اشیا در شهر هوشمند

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)

تحلیل میک‌مک

در این مرحله، نوع عوامل با توجه به اثرگذاری و اثرپذیری آنها بر سایر عوامل مشخص خواهد شد و پس از تعیین قدرت نفوذ یا اثرگذاری و قدرت وابستگی همه چالش‌های موثر بر توسعه شهر هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در ایران، با رویکرد آینده‌پژوهی در یکی از خوشه‌های چهارگانه روش ماتریس اثر عوامل طبقه‌بندی می‌شوند. در این مرحله ماتریسی به ابعاد 14×14 تنظیم شد که درجه پر شدگی آن ۵۳ درصد بود و نشان می‌داد که پیشران‌های انتخاب شده کنش و واکنش و پراکندهای زیادی نسبت به هم دارند. بر اساس شاخص‌های آماری و با دو بار چرخش، داده‌ها از مطلوبیت و بهینه‌شدگی ۱۰۰

درصد برخوردار شدند که حاکی از روایی مطلوب پرسشنامه و پاسخ‌های آن است. نحوه توزیع و پراکنش متغیرها در صفحه پراکندگی، از پایداری یا ناپایداری سیستم حکایت می‌کند. در این مرحله، متغیرها در چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند. در بخش روش شناسی و تحلیل میک مک در مجموع دو نوع پراکنش تعریف شده است که به نام سیستم‌های پایدار و سیستم‌های ناپایدار معروف هستند. در سیستم‌های پایدار پراکنش متغیرها به صورت L انگلیسی نشان داده شده است؛ یعنی برخی متغیرها دارای تأثیرگذاری بالا و برخی دارای تأثیر پذیری بالا هستند. در سیستم‌های پایدار مجموعاً سه دسته متغیر را می‌توان مشاهده کرد: الف- متغیرهای بسیار تأثیرگذار بر سیستم (عوامل کلیدی)، ب- متغیرهای مستقل، ج- متغیرهای خروجی سیستم (متغیرهای نتیجه) (شکل ۳).

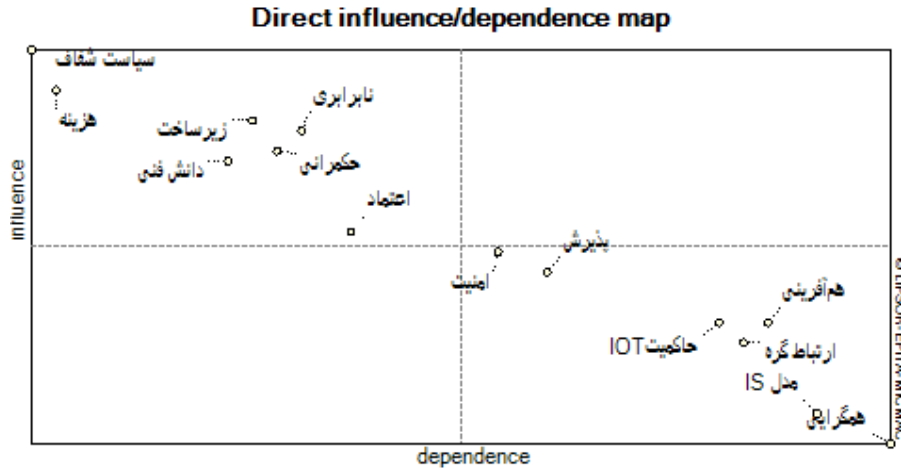


شکل ۳. نحوه قرارگیری متغیرها در نمودار استراتژیک (موسوی و همکاران، ۱۳۹۴)

در ادامه، شکل ۴ با استفاده از اطلاعات جدول ۵ به دست آمد. محل قرار گرفتن هر متغیر در نمودار از طریق جمع کردن خروجی‌ها و ورودی‌های عدد "۱" در هر سطر و ستون، قدرت نفوذ و میزان وابستگی متغیرها به دست می‌آید. بر همین اساس، شکل ۳ نمودار قدرت_وابستگی تشکیل می‌شود. اندازه ابعاد بر اساس تعداد گزینه‌ها با توجه به جدول دسترسی نهایی است. با توجه به شکل ۴ در این سیستم جایگاه هر یک از عوامل و نقش آن کاملاً روشن شده است. در سیستم‌های ناپایدار وضعیت پیچیده‌تر از سیستم‌های پایدار است. در سیستم‌های ناپایدار، متغیرها حول محور قطری صفحه پراکنده هستند و متغیرها در بیشتر مواقع، حالت بینابینی از تأثیرگذاری و تأثیر پذیری را نشان می‌دهند که این امر ارزیابی و شناسایی عوامل تأثیرگذار را بسیار مشکل می‌کند. در این مطالعه مطابق شکل ۴،

چندین شاخص تاثیرگذار وجود دارد که به شناسایی چالش‌های تاثیرگذار کمک می‌کند؛ بنابراین می‌توان گفت که سیستم از پایداری مناسبی برخوردار است. همانطور که در نقشه پراکندگی خروجی تأثیرات مستقیم نرم افزار میک‌مک مشاهده می‌شود، شش چالش عدم وجود سیاست‌های شفاف، چشم‌اندازها و دستورالعمل‌های نظارتی روشن، هزینه آموزشی و عملیاتی و نگهداری بالا، ضعف زیرساخت‌های فنی، فقدان دانش فنی در بین برنامه‌ریزان، نابرابری (اجتماعی)، عدم حکمرانی و مدیریت مناسب، به عنوان متغیرهای اثرگذار مطالعه شناخته شدند.

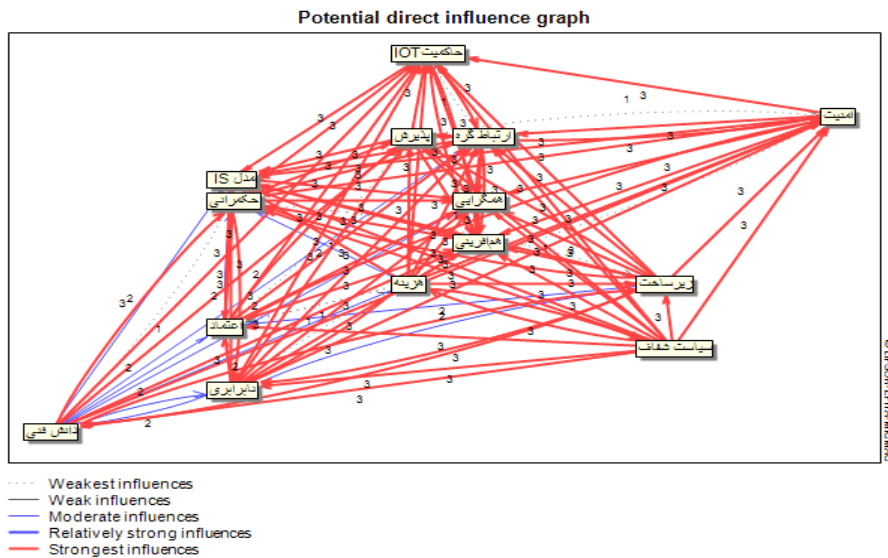
این مطالعه همچنین دارای سه متغیر دو وجهی بوده است که عبارت است از عدم اعتماد بین دولت و ملت، امنیت و حریم خصوصی و آگاهی و پذیرش عمومی. این عوامل همزمان به صورت بسیار تاثیرگذار و بسیار تأثیرپذیر عمل می‌کنند. طبیعت این عوامل با ناپایداری آمیخته است، زیرا هر عمل و تغییری بر آنها، واکنش و تغییری را بر سایر عوامل در پی خواهد داشت؛ بنابراین از حساسیت بالایی برخوردار بوده و نیازمند نظارت و کنترل مداوم هستند. همچنین متغیرهای ادغام و همگرایی داده‌های ناهمگن، فقدان یک مدل سیستم اطلاعاتی مشترک، عدم ارتباط بین گره‌های عملیاتی در اجرای شهر هوشمند، عدم هم‌آفرینی و تعامل، عدم حاکمیت اینترنت اشیا به عنوان متغیرهای تاثیرپذیر این مطالعه شناسایی شدند. این متغیرها در قسمت جنوبی شرقی نمودار استراتژیک قرار گرفته‌اند و می‌توان آنها را متغیرهای نتیجه نیز نامید. این متغیرها از تأثیرپذیری بسیار بالا و تأثیرگذاری بسیار پایین در سیستم برخوردار هستند.



شکل ۴. نمودار قدرت هدایت-وابستگی میان چالش‌های کاربرد اینترنت اشیا در شهر هوشمند
(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)

تحلیل تاثیرات مستقیم بالقوه متغیرها بر یکدیگر

تأثیر مستقیم متغیرها نسبت به یکدیگر از صفر تا سه و بر اساس نظر متخصصان می‌باشد. آن مقدار تأثیری که یک عامل از عوامل دیگر می‌پذیرد به عنوان تأثیرپذیری و آن مقدار تأثیری که یک عامل بر عوامل دیگر می‌گذارد به عنوان تأثیرگذاری ثبت شده است. مقدار تأثیری که تک تک عوامل بر یکدیگر می‌گذارند به وسیله‌ی نرم افزار میک‌مک به توان‌های مختلف رسانده شده است که مجموع آنها مقدار عددی تأثیرپذیری یا تأثیرگذاری را تشکیل می‌دهد. بر این اساس، شکل ۵ نمایانگر کلیه‌ی تاثیرات مستقیم چالش‌های اینترنت اشیا در شهر هوشمند است.



شکل ۵. تاثیرات مستقیم بالقوه چالش‌های اینترنت اشیا در شهر هوشمند

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)

با اتکا به یافته‌های مذکور نیروهای پیشران کلیدی مطالعه به لحاظ تاثیرگذاری شامل ضعف سیاست و چشم اندازهای شفاف، هزینه های بالا، ضعف زیرساخت‌های فنی در سرعت انتقال داده‌ها و عملکرد شبکه، نابرابری (اجتماعی)، عدم حکمرانی و مدیریت مناسب و فقدان دانش فنی بوده است. همچنین چالش ادغام و همگرایی در شبکه‌های ناهمگن دارای کمترین میزان تاثیر گذاری و بیشترین تاثیر پذیری می‌باشد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف این پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های کاربرد اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند ایران بوده است. این مطالعه به توسعه یک مدل ساختاری سلسله مراتبی از چالش‌های شناسایی شده برای به‌کارگیری و اجرای کارآمد اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند پرداخته است. در ابتدا، ۱۴ چالش عمده کاربرد اینترنت اشیا در توسعه شهر هوشمند شناسایی و با استفاده از روش مدلسازی ساختاری تفسیری در شش سطح

ترازبندی شده است. برای تایید مدل ساختاری از تحلیل میک مک استفاده شده است و ۱۴ چالش مطالعه در چهار دسته تاثیرگذار، دو وجهی، وابسته و مستقل تقسیم بندی شدند. مهمترین دلیل استفاده از آینده پژوهی، کمک به تعیین آنچه نمی دانیم، اما باید بدانیم، است تا بتوان در آینده تصمیمات هوشمندانه تری اتخاذ کرد. نتایج این مطالعه در مورد تاثیرگذاری هر یک از چالش های کلیدی مطالعه یعنی عدم وجود سیاست های شفاف، با یافته های تحقیقات عزیزی (۱۳۹۹)، (Noori et al., (2020)، Bennett et al., (2017) و Perera et al., (2017)؛ هزینه های بالا با (Zanella et al., (2014)، Ballon et al., (2011) و (Ronaghi & Forouharfar, (2020)؛ ضعف زیرساخت ها با یافته های تحقیقات عزیزی (۱۳۹۹)، پوراحمد و همکاران (۱۳۹۷)، (Noori et al., (2020)، Perera et al., (2017)، (Zanella et al., (2014)؛ نابرابری با یافته های مطالعه عزیزی (۱۳۹۹)، تقوا و همکاران (۱۳۹۶)، یزدان پناه و حسنی آهنگر، (۱۳۹۵)، (Monzon et al., (2015)؛ عدم حکمرانی و مدیریت مناسب با یافته های مطالعه (Shokouhi et al., (2016) و (Noori et al., (2020) در مورد فقدان دانش فنی با یافته های مطالعه فهم فام و حمیدی (۱۳۹۶)، (Noori et al., (2020) و (Zanella et al., (2014) هم سو است.

عدم بروز چالش های مستقل در این مطالعه بر لزوم داشتن یک دیدگاه سیستمی در توسعه شهر هوشمند دلالت دارد و این ارتباط بین چالش ها به پیچیدگی استفاده از اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند می افزاید. بنابراین ساخت یک شهر هوشمند نیازمند یک دیدگاه کل نگر و انجام اقداماتی یکپارچه در سطوح مختلف بافت شهری است. از آنجا که چالش هایی با قدرت رانندگی بالاتر می توانند به راحتی بر سایر چالش ها تأثیر بگذارند، پرداختن به آنها برای اجرای موفقیت آمیز پروژه های اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند باید در اولویت قرار گیرد.

به عنوان راهکارهای مدیریتی، با توجه به چالش های کلیدی مطالعه می توان گفت توسعه ی یک شهر هوشمند در وهله ی اول نیازمند سیاست ها و دستورالعمل های نظارتی صریح و شفافی است که کلیه ی اقدامات را بصورت یکپارچه تنظیم و نظارت کند.

بنابراین، دولت باید بر ارتقا چشم‌انداز اینترنت اشیا برای توسعه استراتژی‌های خاص حوزه اینترنت اشیا از جمله ساختمان سبز، شبکه‌های هوشمند، نظارت صنعتی، کشاورزی، مراقبت‌های بهداشتی، خانه‌های متصل، زنجیره تامین و در مجموع شیوه‌هایی برای هدایت پایدار و رشد هوشمندانه‌ای که نیازهای شهروندان و مشاغل را برآورده کند، متمرکز شود. از آنجا که شهروندان یکی از مهمترین ذینفعان چنین تحولاتی هستند، به منظور اجتناب از مقاومت ذینفعان و شکست چنین اهدافی باید درک و آگاهی شهروندان و کارکنان دولت نسبت به جنبه‌های مختلف شهرهای هوشمند را نیز با استفاده از راهکارهای شفاف و مسولانه ارتقا داد. اغلب اوقات، شهروندان به دلیل علاقه و مشارکت کم خود مورد انتقاد قرار می‌گیرند؛ بنابراین سیاست‌گذاران باید ضمن ارتقا زیرساخت‌های انسانی برای توانمند کردن افراد جامعه، آنها را تشویق کنند تا در فرایندهای تصمیم‌گیری برای یک شهر پایدار مشارکت داشته باشند. سیاست‌ها همچنین باید بگونه‌ای باشند تا نابرابری را در بین شهروندان کاهش یابد، زیرا تنها در این صورت می‌توان به مشارکت فعال و موثر کلیه ذینفعان امیدوار بود. همچنین توسعه زیرساخت فناوری اطلاعات کارآمد با همسویی مهارت‌ها و تخصص افراد درگیر در سیستم، حایز اهمیت است. بنابراین ارتقا زیرساخت‌ها برای مدیریت منابع، مانند تجهیزات، نیروی انسانی و تقویت سطح دانش مدیران برای انجام وظایف مورد نظر در توسعه شهرهای هوشمند باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین لازم است که شرکت‌های بیمه با حمایت‌های خود خطر کاربرد فناوری‌های پر ریسکی مانند اینترنت اشیا را کاهش دهند تا نرخ پذیرش آن افزایش یابد.

غلبه بر این چالش‌ها مستلزم پیشرفت‌های فنی و استانداردسازی در سطح صنعت است که فی‌نفسه مربوط به شهرهای هوشمند نیست. چنین پیشرفتی، به استانداردهای خوب بستگی دارد و شرایطی را ایجاد می‌کند که در آن اهداف و پروژه‌ها می‌توانند کمتر روی مسائل فنی تمرکز کنند و بیشتر بر مدیریت و پیچیدگی مدیریت تمرکز کنند. شهرهای هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه در مراحل اولیه هستند. لذا پیامدهای عملی نتایج این تحقیق به دولت، سیاست‌گذاران و دست‌اندرکاران در درک

و رفع چالش‌های اتخاذ و پیاده‌سازی اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند کمک می‌کند. این تحقیق همچنین این درک را ایجاد می‌کند که برخی از چالش‌های مهم می‌تواند با برنامه عملیاتی بر اساس یافته‌های علی و معلولی حاصل از مدل ساختاری تفسیری برطرف شوند. همچنین این امر به دولت کمک می‌کند تا موانع احتمالی در تصویب موفق شهر هوشمند را در عمل درک کند. سهم این مطالعه از رویکرد یکپارچه MICMAC-ISM نشأت می‌گیرد. مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM) روشی است که برای شناسایی روابط زمینه‌ای بین عناصر مشخص استفاده می‌شود، در حالی که میک‌مک (MICMAC) طبقه‌بندی چالش‌ها را بر اساس قدرت نفوذ و وابستگی آنها تسهیل می‌کند. سهم دیگر از ایجاد یک نمای کلی از چالش‌ها و نظریه‌پردازی روابط متقابل و وابستگی‌ها در میان چالش‌های کاربرد اینترنت اشیا در شهر هوشمند ناشی می‌شود.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر این است که یافته‌ها به میزان زیادی تحت تأثیر نظرات متخصصان است. گرچه مدل توسعه یافته ممکن است در سایر شهرها و کشورهای در حال توسعه با تغییرات جزئی مورد استفاده قرار گیرد؛ اما تحقیقات آینده می‌تواند با شناسایی چالش‌های متعدد و با ادغام نظرات کارشناسان و خبرگان بیشتری در شهرهای مختلف، به درک ارتباط میان چالش‌های شهر هوشمند کمک فزاینده‌ای در ارزیابی مدل‌های بومی و منطقه‌ای کند.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

ORCID

Azade Fallahi

Amin Faraji

Amin Gharibi



<http://orcid.org/0000-0001-8264-6275>



<http://orcid.org/0000-0002-5765-4836>



<http://orcid.org/0000-0002-0708-9461>

منابع

- امین نژاد، کاوه؛ غفاری گیلانده، عطا؛ یزدانی، محمد حسن و محمدی، علیرضا. (۱۳۹۹) تحلیل بسترها و موانع تحقق حکمروایی هوشمند (مطالعه موردی: شهر سنندج)، فصلنامه علمی مطالعات برنامه ریزی سکونت گاه های انسانی، ۱(۳)، ۸۴۱-۸۵۶.
- پوراحمد، احمد؛ زیاری، کرامت الله؛ حاتمی نژاد، حسین و پارسا پشاه آبادی، شهرام. (۱۳۹۷). مفهوم و ویژگیهای شهر هوشمند، مجله علمی - پژوهشی پژوهشکده هنر، معماری و شهرسازی نظر، ۱۵(۵۸)، ۲۶-۵.
- تقوا، محمدرضا؛ تقوی فرد، محمدتقی؛ معینی، علی و زینالدینی، محمدرضا. (۱۳۹۶). مدلی برای دولت هوشمند: تبیین ابعاد دولت هوشمند با استفاده از روش فزاینده، فصلنامه مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند، ۶(۲۱)، ۱۳۱-۱۶۸.
- شعبانی، ابوذر و روستایی، رسول، (۱۳۹۶)، مروری بر رایانش مه، کاربردها و مقایسه آن با رایانش ابری، اولین کنفرانس ملی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، سپیدان، <https://civilica.com/doc/687077/>
- رونقی، محمدحسین و حسینی، فروغ السادات. (۱۳۹۷). شناسایی و رتبه بندی خدمات اینترنت اشیا در حوزه سلامت، مدیریت سلامت، ۲۱(۷۳)، ۱۰۶-۱۱۷.
- زاهدی، شمس السادات و خانباشی، محمد. (۱۳۹۱). چارچوبی نظاممند برای تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر اعتماد سیاسی در ایران. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت (بهبود و تحول)، ۲۱(۶۸)، ۳۳-۶۵.
- عزیزی، فاطمه. (۱۳۹۹)، بررسی نقش شهر هوشمند در توسعه شهری منطقه ای (نمونه مورد مطالعه شهر جدید هشتگرد)، نشریه مجله رهیافتی در مدیریت بازرگانی، ۱(۲)، ۷۸۰-۷۹۲.
- فهم فام، قدسیه و حمیدی، حجت اله. (۱۳۹۶). عوامل مؤثر بر توسعه و مدیریت شهر هوشمند با استفاده از یک رویکرد ترکیبی از فناوریهای داده های بزرگ اینترنت اشیا و رایانش ابری، فصلنامه علمی پژوهشی پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، ۳۴(۲)، ۵۸۴-۵۵۷.
- موسوی، میرنجف، مدیری، مهدی، سادات کهکی، فاطمه. (۱۳۹۴). تبیین عوامل و شاخص های تاثیرگذار اسلامی ایرانی در توسعه متوازن استان خراسان رضوی با استفاده از نرم افزار MICMAC، فصلنامه مدیریت شهری، ۱۵(۴۵)، ۷-۳۰.

مولائی، محمد مهدی؛ شاه حسینی، گلاره و دباغچی، سمانه. (۱۳۹۵). تبیین و واکاوی چگونگی هوشمندسازی شهرها در بستر مؤلفه ها و عوامل کلیدی اثرگذار، پژوهش‌های مدیریت در ایران، ۳(۶)، ۷۵-۹۳.

مهدی‌زاده، معین. (۱۳۹۸). بررسی رابطه بین شهر هوشمند و توسعه پایدار و چالش‌های دستیابی به شهر هوشمند پایدار، نشریه علمی تخصصی شباک، ۵(۴۶)، ۱۱۹-۱۲۸.

یزدان پناه، حمیدرضا و حسنی آهنگر، محمدرضا. (۱۳۹۵). اینترنت اشیا: (IOT) کاربردها، فناوری‌ها و چالش‌های مورد بحث، هشتمین کنفرانس بین‌المللی فناوری اطلاعات و

دانش، همدان، <https://civilica.com/doc/548780/>

References

- Ageed, Z. S. , Zeebaree, S. R. , Sadeeq, M. M. , Kak, S. F. , Rashid, Z. N. , Salih, A. A. , & Abdullah, W. M. (2021). A survey of data mining implementation in smart city applications. *Qubahan Academic Journal*, 1(2), 91-99.
- Azizi, F. (2020), The role of smart city in regional urban development (a case study of the new city of Hashtgerd), *Journal of Approach Journal in Business Management*, 1(2), 780-792. [In persian]
- Ballon, P. , Glidden, J. , Kranas, P. , Menychtas, A. , Ruston, S. , & Van Der Graaf, S. (2011, October). *Is there a need for a cloud platform for european smart cities?*. In eChallenges e-2011 Conference Proceedings, IIMC International Information Management Corporation, 1-7.
- Bennett, D. , Pérez-Bustamante, D. , & Medrano, M. L. (2017). *Challenges for Smart Cities in the UK*. In Sustainable Smart Cities, 1-14. Springer, Cham.
- Bourhim, E. M, & Cherkaoui, A. (2019, July). *How can the virtual reality help in implementation of the smart city?*. In 2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT) (pp. 1-6). IEEE.
- De Jong, M. , Joss, S. , Schraven, D. , Zhan, C. , & Weijnen, M. (2015). Sustainable-smart-resilient-low carbon-eco-knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. *Journal of Cleaner production*, 109, 25-38.
- Feizi, F. (2021). *Adaptation and Mitigation for Meeting the Climate Change through Urban Plans: Assessing Urban Development Plans of Tehran*, Iran, 1-17.

- Gharibi, A & Moghtaderi, F. (2021). *Smart transformation in Iran* (Part 1). Available from: <https://www.thesmartcityjournal.com/en/articles/smart-transformation-in-iran-part-1>.
- Golubchikov, O. , & Thornbush, M. (2020). Artificial intelligence and robotics in smart city strategies and planned smart development. *Smart Cities*, 3(4), 1133-1144.
- Janssen, M. , Luthra, S. , Mangla, S. , Rana, N. P. , & Dwivedi, Y. K. (2019). Challenges for adopting and implementing IoT in smart cities: An integrated MICMAC-ISM approach. *Internet Research*, 29(6), 1589-1616.
- Lee, J. H. , Phaal, R. , & Lee, S. H. (2013). An integrated service-devicetechnology roadmap for smart city development. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(2), 286–306.
- Li, S. , Tryfonas, T. and Li, H. (2016). The Internet of Things: a security point of view. *Internet Research*, 26(2), 337-359.
- Monzon, A. (2015, May). *Smart cities concept and challenges: Bases for the assessment of smart city projects*. In 2015 international conference on smart cities and green ICT systems (SMARTGREENS) (pp. 1-11). IEEE.
- Moreno, M. V. , Terroso-Sáenz, F. , González-Vidal, A. , Valdés-Vela, M. , Skarmeta, A. F. , Zamora, M. A. , & Chang, V. (2016). Applicability of big data techniques to smart cities deployments. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13(2), 800-809.
- Noori, N. , Jong, M. D. , & Hoppe, T. (2020). Towards an integrated framework to measure smart city readiness: the case of Iranian cities. *Smart Cities*, 3(3), 676-704.
- Patel, K. K. , & Patel, S. M. (2016). Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. *International journal of engineering science and computing*, 6(5). 6122_6131.
- Perera, C. , Zaslavsky, A. , Christen, P. , & Georgakopoulos, D. (2014). Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things. *Transactions on emerging telecommunications technologies*, 25(1), 81-93.
- Pierce, P. , & Andersson, B. (2017). *Challenges with smart cities initiatives—A municipal decision makers' perspective*.
- Ronaghi, M. H. , & Forouharfar, A. (2020). A contextualized study of the usage of the Internet of things (IoTs) in smart farming in a typical Middle Eastern country within the context of Unified Theory of Acceptance and Use of Technology model (UTAUT). *Technology in Society*, 63, 101415.
- Shen, M. , Tang, X. , Zhu, L. , Du, X. , & Guizani, M. (2019). Privacy-preserving support vector machine training over blockchain-based

- encrypted IoT data in smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(5), 7702-7712.
- Shokouhi, M. A. , Naghibirokni, S. N. , Alizadeh, H. , & Ahmadi, A. (2016). Evaluation of smart city criteria in ahvaz city, Iran. *Iran University of Science & Technology*, 26(2), 141-149.
- Silva, B. N. , Khan, M. , Seo, J. , Muhammad, D. , Yoon, Y. , Han, J. , & Han, K. (2018, December). *Exploiting Big Data Analytics for Urban Planning and Smart City Performance Improvement*. In 2018 12th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS), IEEE, 1-4.
- Singh, M. D. , & Kant, R. (2008). Knowledge management barriers: An interpretive structural modeling approach. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 3(2), 141-150.
- Stanujkic, D. , Karabasevic, D. , & Zavadskas, E. K. (2015). A framework for the selection of a packaging design based on the SWARA method. *Engineering Economics*, 26(2), 181-187.
- Tachizawa, E. M. , Alvarez-Gil, M. J& Montes-Sancho, M. J. (2015), "How "smart cities" will change supply chain management", *Supply Chain Management*, 20 (3), 237-248.
- Wei, L. , & Yang, S. (2018, December). *Based On Big Data Technology Analysis On The Mode And Countermeasures Of Smart City Construction Operation Management*. In 2018 3rd International Conference on Smart City and Systems Engineering (ICSCSE), IEEE, 184-186.
- Zanella, A. , Bui, N. , Castellani, A. , Vangelista, L. , & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things journal*, 1(1), 22-32.

References [In persian]

- Aminnejad, K; Ghaffari Gilande, A; Yazdani, M. H& Mohammadi, A. (2020), Analysis of contexts and obstacles to the realization of intelligent governance (Case study: Sanandaj city), *Scientific Quarterly of Human Settlement Planning Studies* 1(3), 856-841. [In persian]
- Azizi, F. (2020), The role of smart city in regional urban development (a case study of the new city of Hashtgerd), *Journal of Approach Journal in Business Management*, 1(2), 780-792. [In persian]
- Fahm Fam, Gh& Hamidi, H. (2017). Factors Affecting the Development and Management of Smart City Using a Combined Approach of IoT and Cloud Computing Big Data Technologies, *Iranian Journal of Information Science and Technology Research Institute (Irandak)*, 34(2), 557-584. [In persian]
- Mehdizadeh, M. (2019). Investigating the Relationship between Smart City and Sustainable Development and the Challenges of Achieving a

- Sustainable Smart City, *Shabak Scientific Journal*, 5(46), 128-119. [In persian]
- Molaei, M. M; Shah Hosseini, G& Dabaghchi, S. (2016). Explaining and analyzing how smart cities are in the context of key components and effective factors, *Management Research in Iran*, 6(3),75-93. [In persian]
- Mousavi, M. N, Modiri, M& Sadat Kahaki, F (2015). Explaining the effective factors and indicators of Iranian Islam in the balanced development of Khorasan Razavi province using MICMAC software, *Urban Management Quarterly*, 15(45), 7-30. [In persian]
- Poorahmad, A; Ziari, K; Hatami Nejad, H& Parsa Pashabadi, Sh. (2018). The concept and characteristics of smart city, Scientific-Research Journal of Nazar Institute of Art, *Architecture and Urban Planning*, Fifteenth Year, 58(97), 26-5. [In persian]
- Ronaghi, M. H& Hoseini F. S. (2019). Identification and ranking of IoT services in the field of health, *health management*, 21 (73), 106-117. [In persian]
- Shaabani, A& Roustaei, R, 2017, *A Review of May Computing, Applications and Its Comparison with Cloud Computing*, First National Conference on Computers and Information Technology, Sepidan, <https://civilica.com/doc/687077/> [In Persian]
- Taqwa, M. R; Taqwa Fard, M. T; Moeini, A& Zeinaldini, M. R (2017). A Model for Smart Government: Explaining the Dimensions of Smart Government Using the Hybrid Method, *Quarterly Journal of Smart Business Management Studies*, 6(21), 168-131. [In Persian]
- Yazdanpanah, H& Hassani Ahangar, M. (2016). *Internet of Things (IoT): Applications, Technologies and Challenges Discussed*, 8th International Conference on Information Technology and Science, Hamedan, <https://civilica.com/doc/548780> [In persian]
- Zahedi, Sh. S& Khanbashi, M. (2012). A systematic framework for analyzing the factors affecting political trust in Iran. *Journal of Management Studies (Improvement and Transformation)*, Twenty-second year No. 21(68), 33-65. [In persian]

استناد به این مقاله: فلاحی، آزاده، فرجی، امین، قربی، امین. (۱۴۰۰). تحلیل موانع کلیدی کاربرد اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند ایران، *مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند*، ۱۰(۳۸)، ۱۳۷-۱۷۱.

DOI: 10.22054/ims.2021.63159.2037



Journal of Business Intelligence Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License..

