



The Development Model of Internet of Things Technology in the Field of Urban Management Issues in Order to Achieve the Goals of Sustainable Development

Mahya Anvari Naeiny¹, Alireza Aliahmadi², Bentolhoda Aliahmadi

Received	How to cite this article:
Revised	۲۰۲۶/۰۱/۰۸
Accepted	۲۰۲۶/۰۱/۲۴
Available Online	۲۰۲۶/۰۲/۱

Introduction

Sustainable development has become a central concern for contemporary urban management, particularly in rapidly urbanizing societies facing complex economic, social, and environmental challenges. Efficient management of urban facilities, public services, healthcare systems, and environmental resources is essential for achieving sustainability goals. In this context, the Internet of Things (IoT) has emerged as a transformative technology capable of enhancing real-time monitoring, intelligent decision-making, and integrated management of urban systems. Despite the growing global attention to IoT applications, its role in addressing urban management issues and supporting sustainable development has not been sufficiently explored in Iran. This study seeks to fill this gap by examining how the development of IoT technology can contribute to achieving sustainable development goals across economic, social, and environmental dimensions.

Method

This research adopts a qualitative, theory-development approach using an emergent grounded theory methodology. The study population consisted of experts in Internet of Things technology, information and communication technology (ICT) consultants, and academic specialists in related fields. Data were collected through 20 semi-structured interviews selected via purposive sampling, continuing until theoretical saturation was achieved. The data analysis process followed Strauss and Corbin's systematic coding procedures, including open, axial, and selective coding, and was supported by MAXQDA qualitative analysis software. Through this process, key concepts, categories, and relationships were identified, leading to the development of a comprehensive conceptual model.

Findings

The findings indicate that IoT technology plays a significant role in addressing major urban management challenges, particularly in the areas of infrastructure management, healthcare services, and environmental monitoring. The results show that IoT applications can improve resource efficiency, reduce operational costs, enhance service quality, and support data-driven

¹ MA in Information Technology Engineering E-commerce trend, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. Mahyaanv9@gmail.com

² PhD in Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering, Islamic Azad University, Tehran-Central Branch, Tehran, Iran.

³ Professor of Progress and Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

policy-making. From an economic perspective, IoT contributes to productivity improvement and optimal use of resources. Socially, it enhances public services, promotes citizen well-being, and strengthens urban governance. Environmentally, IoT facilitates pollution control, smart energy management, and sustainable use of natural resources. Based on these findings, the conceptual model titled “Development of Internet of Things Technology toward Achieving Sustainable Development Goals” was formulated.

Conclusion

This study concludes that the development and implementation of Internet of Things technology can serve as a critical enabler for achieving sustainable development in urban contexts. IoT is not merely a technological innovation but a strategic tool for integrated urban management that supports sustainability across economic, social, and environmental dimensions. The proposed conceptual model provides a theoretical foundation for policymakers, urban planners, and technology developers to effectively leverage IoT solutions. By adopting IoT-driven approaches, cities can better address this gap by examining how the development of IoT technology can contribute to achieving sustainable development goals across economic, social, and environmental dimensions.

Method

This research adopts a qualitative, theory-development approach using an emergent grounded theory methodology. The study population consisted of experts in Internet of Things technology, information and communication technology (ICT) consultants, and academic specialists in related fields. Data were collected through 20 semi-structured interviews selected via purposive sampling, continuing until theoretical saturation was achieved. The data analysis process followed Strauss and Corbin’s systematic coding procedures, including open, axial, and selective coding, and was supported by MAXQDA qualitative analysis software. Through this process, key concepts, categories, and relationships were identified, leading to the development of a comprehensive conceptual model.

Findings

The findings indicate that IoT technology plays a significant role in addressing major urban management challenges, particularly in the areas of infrastructure management, healthcare services, and environmental monitoring. The results show that IoT applications can improve resource efficiency, reduce operational costs, enhance service quality, and support data-driven policy-making. From an economic perspective, IoT contributes to productivity improvement and optimal use of resources. Socially, it enhances public services, promotes citizen well-being, and strengthens urban governance. Environmentally, IoT facilitates pollution control, smart energy management, and sustainable use of natural resources. Based on these findings, the conceptual model titled “Development of Internet of Things Technology toward Achieving Sustainable Development Goals” was formulated.

Conclusion

This study concludes that the development and implementation of Internet of Things technology can serve as a critical enabler for achieving sustainable development in urban contexts. IoT is not merely a technological innovation but a strategic tool for integrated urban management that supports sustainability across economic, social, and environmental dimensions. The proposed conceptual model provides a theoretical foundation for policymakers, urban planners, and technology developers to effectively leverage IoT solutions. By adopting IoT-driven approaches, cities can better address urban challenges and move toward a more sustainable, intelligent, and resilient future.

Keywords: Internet of Things (IoT), Sustainable Development, Urban Management, Grounded Theory, Smart Cities

ارائه مدلی برای توسعه فناوری اینترنت اشیاء در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار و راهبردهای آن

محیا انواری نائینی^۱، علیرضا علی احمدی^۲، بنت الهدی علی احمدی^۳

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی توسعه فناوری اینترنت اشیاء به منظور تحقق اهداف توسعه پایدار انجام شده است. توجه به امکانات شهری و مدیریت پایدار یکی از زمینه‌های تحقق توسعه پایدار در کشورهاست. فناوری اینترنت اشیاء در این بخش راهکارهای متنوعی دارد که در ایران بررسی نشده است. وجود مسائل و چالش‌های مختلف در حوزه‌های مدیریت شهری، سلامت و درمان و زیست محیطی می‌تواند دلیلی برای توسعه اینترنت اشیاء و زمینه‌ساز دستیابی به توسعه پایدار در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شود. در این راستا، به منظور گردآوری و تحلیل داده‌ها از استراتژی پژوهش رویش نظریه‌ها با رویکرد ظاهرشونده بهره گرفته شد. جامعه مورد مطالعه شامل خبرگان حوزه اینترنت اشیاء و مشاوران فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) و خبرگان دانشگاهی بود که بر اساس نمونه‌گیری هدفمند، پس از انجام ۲۰ مصاحبه نیمه ساخت یافته اشباع نظری حاصل شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها مبتنی بر فرآیندهای کدگذاری استراوس و کوربین^۴ (باز - محوری - انتخابی) و نرم‌افزار تحلیل کیفی MAXQDA صورت گرفت. به این ترتیب، مدل مفهومی پژوهش «توسعه فناوری اینترنت اشیاء در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار» ارائه شد. طبق نتایج پژوهش، کاربردهای اینترنت اشیاء در حوزه‌های مختلف نه تنها می‌تواند امکان برطرف نمودن مسائل را در جامعه فراهم سازد، بلکه می‌تواند زمینه‌ساز دستیابی به توسعه پایدار در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شود.

واژگان کلیدی: اینترنت اشیاء، توسعه پایدار، توسعه فناوری اینترنت اشیاء.

^۱* کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، گرایش تجارت الکترونیک، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. نویسنده

مسئول: Mahyaanv9@gmail.com

^۲ استاد تمام دانشکده‌های مهندسی پیشرفت و مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

^۳ دکتری مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

^۴ Strauss & Corbin

۱. مقدمه

سازمان‌ها همواره در جستجوی رشد، ارزش آفرینی و ارتقای بهره‌وری بوده‌اند. یکی از راهکارهای دستیابی به این اهداف، ایجاد زمینه‌های توسعه پایدار است. مفهوم توسعه، ریشه در نوآوری سازمان دارد و اغلب به‌منظور توصیف رشد سازمان‌ها به کار می‌رود. همچنین، توسعه می‌تواند به‌عنوان تغییراتی در سیستم تعریف شود که از درون سیستم نشأت می‌گیرد. توسعه پایدار، مزایای رقابتی فراوانی را برای سازمان‌های امروزی فراهم می‌کند. به کارگیری اثربخش منابع انسانی و حفظ نیروی کار، صرفه‌جویی در هزینه‌ها، کاهش ضایعات و تلفات و حفظ انرژی از مهم‌ترین مزایای تحقق توسعه پایدار می‌باشند. دستیابی به توسعه پایدار در کسب‌وکارها مستلزم کاربست راهکارهای فناورانه و نوآورانه است (شیانگ، ۲۰۱۶؛ طالقانی، ۱۳۸۴). ازجمله مهم‌ترین راهکارهای فناورانه در این زمینه که به‌عنوان یکی از فراروند های مبتنی بر فناوری در حوزه آینده‌نگاری نیز قلمداد می‌شود، «اینترنت اشیا» است (پور عزت و عبدی، ۱۳۹۷؛ نصیری، ۲۰۱۶؛ قاسمی و همکاران، ۱۳۹۵). یکی از مهم‌ترین لازمه‌های تحقق پایداری، مدیریت کارای اشیا و بهینه‌سازی در مصرف انرژی و منابع محدود است که با بهره‌گیری از فناوری اینترنت اشیا میسر می‌شوند. قابلیت ردیابی اشیا در هر زمان و مکان منجر به پایداری در عمل و توسعه می‌شود (آزوری و همکاران، ۲۰۱۰). به بیان دیگر، هوشمندسازی سامانه‌ها از طریق فناوری اینترنت اشیا تأثیر شگرفی بر کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی دارد. علاوه بر این، به کارگیری این فناوری موجب تسهیل تبادل اطلاعات در یک زنجیره ارزش جهانی به روشی امن و قابل اعتماد می‌شود. بنابراین، استفاده از این فناوری برای کارآفرینان فرصتی گران‌بها به شمار می‌رود که می‌تواند تأثیر چشمگیری در بهبود فضای کسب‌وکار و اشتغال‌زایی ایجاد کند. با توجه به آن که در آغاز مسیر توسعه اینترنت اشیا قرار داریم و نیز با در نظر گرفتن اهمیت بالای توسعه اینترنت اشیا در کشور، ضرورت شناسایی مؤلفه‌های توسعه اینترنت اشیا در حوزه مدیریت شهری کاملاً احساس می‌شود؛ علاوه بر آن تحلیل این که چگونه توسعه اینترنت اشیا می‌تواند منجر به توسعه پایدار شود، نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که این امر می‌تواند از طریق ارائه مدل توسعه اینترنت اشیا محقق شود. از آنجا که این موضوع اینترنت اشیا نسبتاً نوین است و هنوز ادبیات تحقیق در این باره به بلوغ خود نرسیده است، نتایج پژوهش حاضر می‌تواند از منظر بسط توسعه پایدار در حوزه فاوا و اینترنت اشیا برای پژوهشگران در این حوزه مفید واقع شود. بنابراین با توجه به لزوم سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات برای تحقق توسعه پایدار در وجه اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی و هم چنین ظرفیت‌های فناوری اینترنت اشیا، نتایج مقاله حاضر می‌تواند برای پژوهشگران در این حوزه حائز اهمیت باشد. اینترنت اشیا در صنایع مختلف تولیدی و خدماتی با فراهم ساختن قابلیت نمایش داده‌ها به صورت بی‌وقفه و دقیق، فرآیندهای کسب‌وکاری را دگرگون می‌کند (گیودایس، ۲۰۱۶). علاوه بر این، به کارگیری این فناوری موجب تسهیل تبادل اطلاعات در یک زنجیره ارزش جهانی به روشی امن و قابل اعتماد می‌شود. بنابراین، استفاده از این فناوری برای کارآفرینان فرصتی گران‌بها به شمار می‌رود که می‌تواند تأثیر چشمگیری در بهبود فضای کسب‌وکار و اشتغال‌زایی ایجاد کند.

۲. مبانی نظری

۲-۱. اینترنت اشیا

واژه اینترنت اشیا اولین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون و در زمینه مدیریت زنجیره تأمین به کار برده شد. با این وجود در دهه‌های اخیر کاربردهای گسترده و متنوع این فناوری در صنایع مختلفی ازجمله انرژی و محیط زیست، بهداشت و درمان، حمل‌ونقل و خرده‌فروشی شناسایی شده است (گوبی و همکاران، ۲۰۱۳). اینترنت اشیا شبکه‌ای از وسیله‌ها، سیستم‌ها و خدمات تحت زیرساخت اینترنت است. هسته محوری اینترنت اشیا آن است که برای همه‌ی اشیا متصل، یکپارچگی مستقیمی میان دنیای فیزیکی و سیستم‌های مبتنی بر رایانه برقرار می‌کند (پور عزت و عبدی، ۱۳۹۷). با اکتساب و تحلیل داده‌های حاصل از حسگرها در نقاط پایانی اشیا متصل، ارزش واقعی اینترنت اشیا در قابلیت آن برای نظارت، سنجش و خلق وسایل هوشمند محقق می‌شود که مزایای فراوانی را برای افراد، کسب‌وکارها و جوامع به همراه دارد (خداوندگزار، ۱۳۹۴). هدف کاربردهای اینترنت اشیا بیشتر در راستای بهینه‌سازی روش‌های کسب‌وکاری و عملکرد سیستم است تا صرفاً ارتقای کارایی فناوری‌های اینترنت اشیا با سیستم‌های اطلاعاتی سنتی (میتال و همکاران، ۲۰۱۷). از ویژگی‌های منحصربه‌فرد اینترنت اشیا، قابلیت آن در نظارت از راه دور محیط و ردیابی اشیا است. با ترکیب کاربرد شبکه‌های حسگر RFID با سایر فناوری‌ها (مانند سیستم

مکان یابی جهانی GPS^۱ یا فناوری تشخیص حسگر اینفراد^۲ و شبکه های حسگر (قابلیت نظارت بی سیم و بلادرنگ و ردیابی هر شیء بر چسب دار در هر محیط داخلی یا خارجی فراهم می گردد (آنزوری و همکاران، ۲۰۱۰).

اینترنت اشیاء شبکه ای از اشیاء فیزیکی یا چیزهای تعبیه شده با قطعات الکترونیکی، نرم افزار، سنسورها و اتصالات است که می توانند توسط تبادل اطلاعات با تولید کننده، اپراتور و یا دستگاه های دیگر قادر به ارائه ارزش و خدمات بیشتر باشند. اینترنت اشیاء مفهومی جدید در دنیای فناوری و ارتباطات به شمار می آید که قابلیت ارسال داده ها را از طریق شبکه های ارتباطی، شامل اینترنت یا اینترنت، برای هر چیزی از جمله انسان، حیوان یا اشیاء فراهم می کند. هوشمند سازی اشیاء فقط امکان ارتباط بلادرنگ با افراد را به وجود نمی آورد، بلکه قابلیت تعامل و تبادل اطلاعات بین خود اشیاء را نیز فراهم می کند. این پدیده باعث به وجود آمدن شبکه ای فراگیر از اشیاء، انسان ها و سیستم های رایانه ای خواهد شد. به لحاظ معماری، اینترنت اشیاء متشکل از چهار لایه کاربردها^۳، پشتیبانی^۴، شبکه ها^۵ و وسیله ها^۶ است که به کمک قابلیت های مدیریتی و امنیتی و با استفاده از کاربردهای اینترنت اشیاء به توسعه شهر هوشمند، سلامت هوشمند، حمل و نقل هوشمند، ساختمان هوشمند، انرژی هوشمند، صنعت هوشمند و زندگی هوشمند یاری می رساند (بورگیا، ۲۰۱۴). با اکتساب و تحلیل داده های حاصل از حسگرها در اشیاء متصل، ارزش واقعی اینترنت اشیاء در قابلیت آن برای نظارت، سنجش و خلق وسایل هوشمند محقق می شود که مزایای فراوانی را برای افراد، کسب و کارها و جوامع به همراه دارد (خدمتگزار، ۱۳۹۴). به عنوان مثال، در کسب و کارها، اینترنت اشیاء صنعتی در حوزه های مختلفی از جمله کنترل موجودی، امنیت، ردیابی حمل و نقل، مکان یابی و حفاظت از انرژی دارای کاربرد است. با ردیابی و سنجش گسترده ی داده ها، امکان پیش بینی و خود کار سازی فرآیندهای لجستیک میسر می شود که در نهایت منجر به ایجاد یک زنجیره ارزش اثربخش می شود. از اینترنت اشیاء می توان در جهت ساخت خانه های هوشمند استفاده کرد. اشیاء برای ایجاد کاربردها یا خدمات جدید و دستیابی به اهداف مشترک با یکدیگر همکاری می کنند و در واقع چالش های توسعه برای ایجاد جهانی هوشمند و بزرگ به شمار می روند. جهانی که به شکل واقعی، دیجیتال و مجازی است و به سمت شکل گیری محیط های هوشمند، همگرا می شود و شهرهای هوشمند را به وجود می آورد. ترکیب فناوری اینترنت اشیاء با زیر ساخت ها و سرویس ها باعث ایجاد یک شهر هوشمند می گردد. شهر هوشمند با هدف بهبود سطح رفاه زندگی و صرفه جویی در هزینه های خدمات، ایجاد می شود. به عنوان مثال ترموستات می تواند درجه حرارت خانه را بر اساس نیاز تغییر دهد و یا نور اتاق بر اساس ساعات روز تنظیم گردد. سیستم های مجزا در هر یک از واحدهای ساختمان می توانند با سیستم های مربوطه در کل آن ارتباط برقرار کنند تا مجموع انرژی مصرفی کاهش یابد (شتری، ۲۰۱۷). وقتی اینترنت اشیاء به منظور ایجاد شهر هوشمند سانسورهای آلاینده در زیر ساخت آب شهری، آلودگی آلاینده ها متناسب با آب و هوای طوفانی طراحی شدند. در آب و هوای طوفانی نور این لامپ ها به طور خود کار به منظور بهبود قدرت دید رانندگان افزایش می یابد و مانع از تصادفات شدید می شود. پیاده سازی اینترنت اشیاء در حوزه زیست محیطی یکی از زمینه هایی است که تأثیر زیادی در جهت حفظ محیط زیست و کاهش آلاینده ها خواهند داشت. به عنوان مثال سنسورهای آلاینده در زیر ساخت آب شهری، آلودگی آن را کشف می کند؛ بنابراین، مسئله ی آلودگی آب قابل پیشگیری است. در نتیجه، بحران آب که یک فاجعه ی محیط زیستی است که از طریق اینترنت اشیاء قابل کنترل و منجر به بهره وری آب می شود. به کارگیری اینترنت اشیاء در حوزه ی پایداری محیط زیست، موجب افزایش محصولات کشاورزی و کاهش قطع درختان (جنگل زدایی) می گردد و صرفه جویی در هزینه ها و بهبود سطح رفاه زندگی را به همراه دارد (نانک^۷ و همکاران، ۲۰۱۶). با توجه به محدودیت مکان های مناسب دفع انواع زباله ها و اثرات نامطلوب دفن زباله و سایر روش های حذف و یا کنترل زباله ها بر سلامت عمومی و محیط زیست، حرکت در جهت مدیریت بهینه ی پسماندها با نگاهی به توسعه ی پایدار از اهداف اصلی جوامع توسعه یافته و در حال توسعه می باشد. هم چنین در حوزه سلامت و درمان، اینترنت اشیاء با یکپارچه ساختن فناوری های پوشیدنی یا میکروچیپس های کاشته شده در بدن، نظارت بر علائم حیاتی بیماران را تسهیل می کند که به موجب آن سایر ارزیابی های لازم صورت

¹ Global Positioning System (GPS)

² Infrared

³ Application layer

⁴ Service and application support layer

⁵ Network layer

⁶ Device layer

⁷ Nonnecke

می‌گیرد. برای کسب و کارها، اینترنت اشیا صنعتی در حوزه‌های مختلفی از جمله کنترل موجودی، امنیت، ردیابی حمل و نقل، مکان‌یابی و حفاظت از انرژی دارای کاربرد است. با ردیابی و سنجش گسترده‌ی داده‌ها، امکان پیش‌بینی و خودکارسازی فرآیندهای لجستیک میسر می‌شود که در نهایت منجر به ایجاد یک زنجیره ارزش اثربخش می‌شود (کریم و همکاران، ۲۰۱۷؛ ورمسان و فرایس، ۲۰۱۴).

اینترنت‌اشیا کاربردهای امنیتی متفاوتی دارد. استفاده از حسگرها به منظور جلوگیری از ورود بدون اجازه به ملک، یکی از مهم‌ترین کاربردها در این زمینه است. محصولات تولیدشده به وسیله‌ی اینترنت‌اشیا به منظور جلوگیری از ورود بدون اجازه، مدیریت ملک به طور خودکار و هشدارهای آنی استفاده می‌شود. این سیستم در محصولات تجاری مختلفی^۱ به منظور ایمنی خانه استفاده شده است (آل— فوقها، ۲۰۱۵). برای تحقق بخشیدن به اهداف اینترنت‌اشیا و بهره‌برداری کامل از توان بالقوه آن، صنایع، کسب و کارها و دولت با چالش‌های بسیاری مواجه هستند؛ سه عملیات محوری در سامانه‌های اینترنت‌اشیا شامل جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و بهره‌برداری از حجم زیادی از داده‌ها، زمینه‌ساز مطرح شدن مجموعه‌ای پیچیده از مسائل نظیر محرمانگی، حریم خصوصی و امنیت اطلاعات شهروندان می‌شود (خدمتگزار، ۱۳۹۴). بنابراین بهره‌گیری از فناوری اینترنت‌اشیا مستلزم وجود زیرساخت‌های فنی جدید است؛ زیرا سامانه‌های ارتباطی سنتی و قدیمی قادر به پاسخگویی به این تغییرات نیستند و بایستی زیرساخت‌های جدید ارتباطی و فناوری‌های مختلف به عنوان زیرساخت نسل آینده شبکه‌های ارتباطی مورد استفاده قرار گیرند به طور کلی، توسعه و پذیرش گسترده فناوری‌های جدید در بازار تا حد زیادی تحت تأثیر استانداردسازی مناسب قرار دارد.

۲-۲. توسعه پایدار

به تعریف کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه در سال ۱۹۸۷، توسعه پایدار عبارت است از توسعه‌ای که نیازهای کنونی را تأمین می‌کند، بدون آن که توانایی نسل‌های آینده را در برآوردن نیازهای خود، به مخاطره افکند (ازمت^۲، ۲۰۱۳؛ گنزalez^۳ و همکاران، ۲۰۱۷). توسعه پایدار، توسعه‌ای کل‌نگر است؛ به گونه‌ای که تمامی ابعاد اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، محیط زیستی و دیگر نیازهای بشری را در برمی‌گیرد (برادی و گیتس^۴، ۱۹۹۴). کمیته توسعه پایدار سازمان ملل نیز تعریف خود را این گونه ارائه می‌دهد: «افزایش پایدار در تولید و مصرف کالاها و خدماتی که به نیازهای اولیه مربوط بوده و کیفیت زندگی را ارتقاء می‌دهند. این کار بایستی هم‌زمان با کاهش بهره‌برداری از منابع طبیعی، مواد سمی و پراکندن زباله‌ها و آلاینده‌ها در چرخه زندگی باشد تا نیازهای نسل‌های آینده را دچار مخاطره نسازد». در طی دهه‌های اخیر، مفهوم توسعه پایدار به طور جهانی مورد بحث واقع شده است و سه جنبه پایداری اقتصادی، پایداری اجتماعی و پایداری محیط‌زیست به عنوان شاخص‌های اصلی توسعه پایدار معرفی شده‌اند. (گاریبه^۵، ۲۰۱۴؛ باردی^۶ و همکاران، ۲۰۱۵). شکل (۱) ابعاد سه گانه توسعه پایدار را نشان می‌دهد.

¹ Cox security home

² Al- Fuqahaha

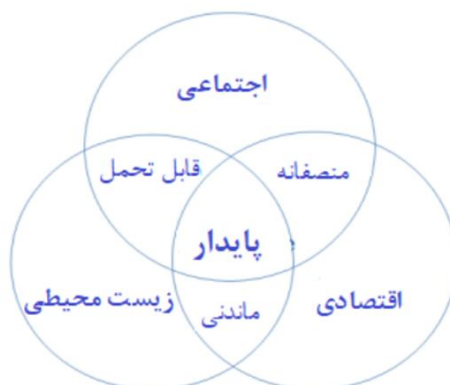
³ Azmat

⁴ Gonzalez

⁵ Brady & Geets

⁶ Garbie

⁷ Bardy



شکل ۱: ابعاد سه گانه توسعه پایدار (برادی و گیتس، ۱۹۹۴)

۱-۲-۲. وجه اجتماعی توسعه پایدار

توسعه اجتماعی با عواملی مانند سرمایه، فناوری و پشتیبانی از دولت تعریف می‌شود. تمرکز توسعه اجتماعی بر اولویت قرار دادن افراد در فرآیند توسعه است. هدف وجه اجتماعی، دستیابی به سطح معقولی از تجانس اجتماعی از طریق توزیع عادلانه درآمد و ترویج دسترسی یکسان به منابع و خدمات اجتماعی است (باردی و همکاران، ۲۰۱۵). از منظر دیگر، توسعه اجتماعی بیانگر آگاهی و حفاظت قانونی از حفظ سلامت افراد در مقابل آلودگی‌های محیطی و سایر فعالیت‌های مضر کسب و کاری است. تشویق افراد به مشارکت در پایداری محیط، آموزش اصول حفاظت محیط به آن‌ها و هشدار دادن درباره خطرات بالقوه محیطی نیز از اقدامات مناسبی هستند که باید در وجه اجتماعی توسعه پایدار صورت بگیرند (گاریه، ۲۰۱۴). هدف توسعه‌ی پایدار، توسعه همه‌جانبه است و توسعه‌ی همه‌جانبه بدون توسعه‌ی اجتماعی ممکن نخواهد بود. در توسعه‌ی اجتماعی بر اهدافی نظیر هویت فرهنگی، همبستگی اجتماعی، توسعه تشکیلاتی، مشارکت شهروندان، توانمندسازی انسان‌ها و امکان جابجایی اجتماعی تأکید می‌شود و از طریق آن می‌توان شرایط فرهنگی خاصی را ایجاد کرد که در آن کارکنان به توان بالقوه برای بهره‌مند شدن از افراد و سازمان دست یابند. در پایداری اجتماعی، منابع انسانی محور اصلی توسعه‌ی پایدار هستند. در توسعه‌ی پایدار اجتماعی، انسان محور توسعه و سزاوار بهداشت، امنیت، فرهنگ، آموزش، دانش و توسعه‌ی ارتباطات و اطلاعات است. به کارگیری اینترنت اشیاء در حوزه‌ی پایداری اجتماعی، سبب ارتباطات بیشتر بین افراد جوامع محلی، ملی و بین‌المللی می‌شود و آگاهی و تعامل آن‌ها را باهم افزایش می‌دهد. این مسئله به معنای ایجاد توسعه اجتماعی می‌باشد. وقتی اینترنت اشیاء در حوزه‌ی منابع انسانی به‌منظور بهداشت و سلامت به کار می‌رود، مراقبت از بیماران با بیماری‌های مزمن، بدون نیاز به حضور در محل را فراهم می‌نماید. این فناوری حضور افراد در بیمارستان‌ها را کاهش می‌دهد و نتیجه‌ی آن هزینه‌ی کمتر، کاهش زمان اقامت در بیمارستان، کاهش رفت‌وآمدها و کاهش مصرف سوخت را به دنبال دارد.

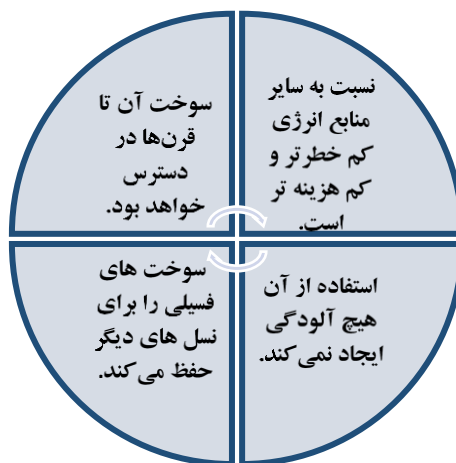
۲-۲-۲. وجه اقتصادی توسعه پایدار

پایداری اقتصادی به معنای حفظ و ارتقای وضعیت فعلی اقتصادی است بدون آن که منابع طبیعی دچار تخریب شود که در این راستا حل فعالیت‌های اقتصادی از قبیل درآمدزایی، اشتغال‌زایی، مصرف انرژی، به‌روزرسانی زیرساخت‌های شهری موجب رشد جامعه شده و با عدالت و کارایی همراه می‌باشد. پذیرش توسعه‌ی اقتصادی به‌عنوان فرآیندی جهت بهبود کیفیت زندگی، موجب رشد اقتصادی و محور اساسی توسعه اقتصادی می‌باشد. توسعه اقتصادی دربردارنده‌ی رشد و بهبود عواملی نظیر نرخ بی‌سوادی، نرخ فقر، نرخ بیکاری، سرانه تولید ناخالصی داخلی^۱، دسترسی به بهداشت و درمان و سرمایه‌گذاری دولت می‌باشد. وجه اقتصادی بیان می‌دارد که کارایی اقتصادی بایستی در شرایط کلان و نه صرفاً توسط معیار سودمندی کسب و کاری اقتصاد خرد ارزیابی گردد (باردی و همکاران، ۲۰۱۵؛ ازمت ۲۰۱۳). به طور کلی، رشد اقتصادی فرآیندی پایدار است که ظرفیت تولید اقتصادی را طی زمان افزایش می‌دهد و سبب افزایش سطح درآمد ملی می‌شود؛ همچنین مستلزم افزایش کمی و مداوم تولید و درآمد سرانه از طریق افزایش در کمیت عوامل تولید یعنی نیروی انسانی، سرمایه و منابع طبیعی می‌باشد.

^۱ Gross domestic products (GDP)

۳-۲-۲. وجه زیست محیطی توسعه پایدار

بعد محیطی توسعه پایدار مبین چگونگی حفاظت اکوسیستم ها و کیفیت هوا، تأمین یکپارچگی و حفظ منابع است. منظور از توسعه پایدار محیطی در حقیقت سیاست ها و مسائلی هستند که بایستی در دستیابی به یک مدیریت کارا از منابع لحاظ گردند، به گونه ای که زمینه ساز کامیابی نسل های حاضر و آتی شوند. تمرکز این وجه از توسعه پایدار بر کاهش آلودگی محلی، بهره برداری از منابع طبیعی تجدید پذیر و حفظ قابلیت تطابق با تغییرات محیطی است. پایداری محیط زیست نیازمند این است که جامعه فعالیت های خود را به گونه ای تنظیم نماید که در حین برآورده ساختن نیازهای بشری، از نظام حاکم بر بقای کره ی زمین محافظت نماید. به طور مثال استفاده از آب پایدار، مستلزم استفاده از انرژی های تجدید پذیر و ذخایر مواد پایدار است. پایداری محیط زیست بر کاهش استفاده از منابع طبیعی و انرژی های تجدید ناپذیر، جلوگیری از اتلاف منابع انرژی، کاهش تولید پسماندها و تأکید بر استفاده مجدد و بازیافت پسماندها، استفاده از مواد قابل بازگشت به طبیعت و کاهش تولید آلودگی ها در صنایع و کشاورزی تأکید می کند. با توجه به محدودیت مکان های مناسب دفع انواع زباله ها و اثرات نامطلوب دفن زباله و سایر روش های حذف و یا کنترل زباله ها بر سلامت عمومی و محیط زیست، حرکت در جهت مدیریت بهینه ی پسماندها با نگاهی به توسعه ی پایدار از اهداف اصلی جوامع توسعه یافته و در حال توسعه می باشد. بنابراین تنها از راه علم و فناوری می توان به توسعه ی پایدار دست یافت و آنچه حامیان انجام می دهند در راستای همین هدف کلان ملی است. شکل (۲) برتری فناوری اینترنت اشیا را در توسعه پایدار نشان می دهد.



شکل ۲: برتری فناوری اینترنت اشیا در توسعه پایدار (منبع: یافته های پژوهش)

۳. پیشینه پژوهش

فناوری اینترنت اشیا پدیده ی نسبتاً نوظهوری است که مدت زمان زیادی از مطرح شدن آن در میدان تحقیقات نمی گذرد و هنوز از پیشینه پژوهشی قوی برخوردار نیست. از این رو، مرور مطالعات پیشین مرتبط با موضوع پژوهش نشان می دهد که تنها تعداد اندکی از آن ها به بررسی اینترنت اشیا و توسعه پایدار پرداخته اند. پژوهشی با عنوان «اینترنت اشیا به عنوان یک توانمند ساز در نوآوری برای ایجاد پایداری» باهدف کشف پیوند میان فناوری اینترنت اشیا و پایداری به روش کیفی (مطالعه موردی) در کشور فنلاند صورت گرفته است. این پژوهش به شناسایی چالش های نوآوری برانداز برای پایداری، بررسی ارزش آفرینی راهکارهای اینترنت اشیا در هر یک از ابعاد سه گانه توسعه پایدار و یافتن روش ارتقای عملکرد اقتصاد دورانی به کمک اینترنت اشیا پرداخته است. مطابق با یافته های این پژوهش، از جنبه محیط زیستی نیز به واسطه اینترنت اشیا امکان کاهش مصرف انرژی، تشخیص فاجعه در مراحل اولیه و کاهش آلودگی های محیطی فراهم می گردد (نصیری، ۲۰۱۶). در یک پژوهش اخیر با عنوان «یک چارچوب عمومی یکپارچه اینترنت اشیا برای دولت هوشمند» با مرور ادبیات موجود در این زمینه، مدلی برای توسعه اینترنت اشیا ارائه شده است. با تأکید بر یک رویکرد ترکیبی از هر دو دیدگاه فناوری و جنبه های کسب و کار محور، مدل

ارائه شده در این مطالعه شامل چهار لایه راهبردی، خلق ارزش عمومی، تقاضای عمومی و زیرساخت تکنولوژیکی است (ویرتز^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). پژوهشی با عنوان «اینترنت اشیاء در صنایع: پژوهشی برای توسعه پایدار» در ایران به روش کمی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمترغیره صورت گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داده است که اینترنت اشیاء به عنوان رویداد شروع کننده تحقق توسعه پایدار تلقی می‌شود. مطابق نتایج، اولویت‌های صنایع برای به کارگیری اینترنت اشیاء به ترتیب زیر شناسایی شده است: بهداشت و درمان، انرژی، خانه‌های هوشمند، حمل و نقل و خرده‌فروشی. هم‌چنین این پژوهش راهنمای خوبی برای سیاست‌گذاران در زمینه تدوین سیاست برای به کارگیری اینترنت اشیاء در راستای دستیابی به توسعه پایدار فراهم می‌کند (زارعی و همکاران، ۲۰۱۶). در ادامه مقالات متعددی برای ارزیابی کاربردهای اینترنت اشیاء در حوزه محیط زیست و انرژی موردبررسی قرار گرفته و در نهایت خلاصه‌ای از مقالات بررسی شده در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱): خلاصه‌ای از مطالعات پیشین

ردیف	منبع	پارامترهای موردبررسی	روش مورد استفاده	دستاوردها
۱	Shin, D. 2014, Telematics and Informatics	درک چگونگی تکامل و توسعه اینترنت اشیا و تثبیت یک محیط هوشمند	کیفی (تحلیل محتوا)	تحلیل فنی-اجتماعی توسعه اینترنت اشیاء
۲	Huang, Y., Poderi, G. 2019. The Internet of Things for Smart Urban Ecosystems	تحلیل فنی-اجتماعی توسعه اینترنت اشیاء در حوزه انرژی برق هوشمند	کیفی (مرور ادبیات و مطالعه موردی)	ارائه یک پلتفرم تجمیع و تحلیل داده
۳	Atzori, L. 2010, Elsevier	کاربردهای اینترنت اشیاء در زمینه‌های مختلف دانش و علوم اجتماعی	توصیفی و پیشنهاد یک مدل مفهومی	ارائه الگویی از اینترنت اشیاء به عنوان نتیجه‌ای از همگرایی‌های مختلف
۴	Valmohammadi, CH. 2016, Industrial & Commercial Training	اولویت‌بندی مزایا و معایب کاربردهای اینترنت اشیاء	کیفی (نظرسنجی از خبرگان)	مزایا: بهبود تجربه مشتری و بهینه‌سازی زنجیره تأمین؛ چالش‌ها: دشواری یافتن بهترین تأمین‌کنندگان
۵	Jun feng Zhang, Yu Feng Ji-chun, Jian-xin Guo Zhao, 2010	بررسی و کاربرد فناوری اینترنت اشیاء در محیط زیست با رویکرد توسعه پایدار	طراحی	بررسی سیستم‌های نظارت از راه دور توسط ترکیب فناوری‌های اینترنت اشیاء و سنسورهای بی‌سیم از طریق میکروکنترلر
۶	Dlodlo, Nomusa & Kalezhai. Josephat, 2015 IEEE,	اینترنت اشیاء برای توسعه پایدار روستایی	مرور ادبیات	بررسی قدرت فناوری اینترنت اشیاء برای رفع مشکلات: حمل و نقل، کشاورزی، آموزش، سلامت در مناطق روستائین
7	Krotov, V. 2017, Business Horizons	ارائه تحلیل فنی-اجتماعی از توسعه اینترنت اشیا با رویکرد کسب و کاری	مرور ادبیات	ارائه چارچوب محیط تکنولوژیکی، فیزیکی، اجتماعی برای توسعه اینترنت اشیاء
8	خوارزمی و همکاران، ۱۳۹۴، کنفرانس ملی خدمات شهری	تأثیرات شهر الکترونیک بر محیط زیست شهری در مشهد	مطالعات اسنادی	ارتباط بین پیاده‌سازی موفق شهر الکترونیک و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی
9	اجاقلو و همکاران، ۱۳۹۴، کنفرانس ملی معماری شهر پایدار	نقش ایجاد شهر الکترونیک در توسعه پایدار شهری	توصیفی-تحلیلی	کاهش هزینه‌ها - رفع مشکلات اصلی کلان‌شهرها - سازگاری با محیط زیست شهری و..
10	نمازی و همکاران، ۱۳۹۴، کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در فناوری اطلاعات	اینترنت اشیاء و سلامت هوشمند	تحلیلی	بررسی کاربردها و کارکردهای اینترنت اشیاء در حوزه سلامت

۴. مدل و روش برآورد آن

مطالعه حاضر از منظر روش پژوهش، توصیفی می‌باشد. از ویژگی‌های پژوهش توصیفی این است که پژوهشگر دخالتی در موقعیت، وضعیت و نقش متغیرها ندارد و آن‌ها را دست‌کاری یا کنترل نمی‌کند و صرفاً آنچه را وجود دارد مطالعه کرده، به توصیف و تشریح آن

¹ Wirtz

می‌پردازد؛ بنابراین آنجا که این پژوهش در تلاش است تا میزان تأثیر توسعه اینترنت اشیا را در اهداف توسعه پایدار شناسایی کند، در زمره مطالعات توصیفی قرار دارد. پژوهش حاضر با توجه ارائه الگوی برای توسعه فناوری اینترنت اشیا، از استراتژی‌های پژوهش‌رویش نظریه‌ها بهره گرفته است. در شرایطی که انجام پژوهش مستلزم بررسی عمیق پدیده مورد مطالعه باشد و نیز ادبیات موضوع غنی نباشد، از تئوری رویش نظریه‌ها برای بررسی مسئله‌ی مورد نظر استفاده می‌شود. این تئوری معمولاً به منظور مطالعه‌ی یک پدیده‌ی جدید و یا تکرار نمودن یک مطالعه در شرایط زمینه‌ای جدید به کار می‌رود (استراوس و کوربین، ۱۹۹۸). نوین بودن فناوری اینترنت اشیا و اندک بودن تعداد مطالعات در این زمینه حاکی از آن است که کاربرد اثربخش فناوری اینترنت اشیا در راستای توسعه‌ی پایدار، یک زمینه پژوهشی بکر تلقی می‌گردد. از این رو، نوظهور بودن مسئله‌ی پژوهش دلیل بر انتخاب تئوری رویش نظریه‌ها است. همچنین، مطالعه حاضر از منظر جهت‌گیری پژوهش، در زمره مطالعات توسعه‌ای قرار دارد. از ویژگی‌های پژوهش توسعه‌ای این است که با تعیین روابط میان پدیده‌ها به کشف قوانین و اصول علمی پرداخته و در صدد توسعه‌ی دانسته‌های موجود درباره‌ی قوانین علمی پیرامون موضوع خاص می‌باشد؛ بنابراین، آنجا که این پژوهش در تلاش است تا میزان تأثیر توسعه فناوری اینترنت اشیا را در اهداف توسعه پایدار شناسایی کند، از نوع توسعه‌ای به شمار می‌رود. تولید نظریه در رویش نظریه‌ها بر اساس کار با داده‌ها صورت می‌گیرد. در واقع، از طریق دستورالعملی پژوهشگر به دل‌میدان تحقیق می‌رود و از دل داده‌ها نظریه‌ای را بیرون می‌کشد (جونز و همکار، ۲۰۱۱). این تئوری معمولاً به منظور مطالعه‌ی یک پدیده‌ی جدید و یا تکرار نمودن یک مطالعه در شرایط زمینه‌ای جدید به کار می‌رود (استراوس و کوربین، ۱۹۹۸). به طور کلی سه رویکرد نظام‌مند، ظاهر شونده و ساخت‌گرایانه در استراتژی رویش نظریه‌ها وجود دارد. رویکرد نظام‌مند که توسط استراوس و کوربین ارائه شده است بر قواعد، رویه‌ها و روال‌های ساخت‌یافته و نظام‌مند تأکید می‌کند و شامل کدگذاری باز، محوری، انتخابی (گزینشی) است. رویکرد دوم، رویکرد ظاهر شونده است که توسط گلیرز در نقد رویکرد نظام‌مند ارائه شده است و شامل کدگذاری باز، کدگذاری انتخابی و کدگذاری نظری است (گلیرز و هان، ۲۰۰۵). رویکرد سوم، رویکرد ساخت‌گرایانه است که در واقع حذف‌های میان رویکردهای نظام‌مند و ظاهر شونده است. پژوهش حاضر در راستای دستیابی به اهداف خود از رویکرد دوم، یعنی رهیافت ظاهر شونده بهره گرفته است؛ زیرا علی‌رغم ماهیت چالشی، زمینه را برای خلاقیت در تحلیل داده‌ها فراهم می‌کند. علاوه بر این، انعطاف‌پذیری بالای این رویکرد افق دید پژوهشگر را در تحلیل داده‌ها بسط می‌دهد. در استراتژی رویش نظریه‌ها برای جمع‌آوری داده‌ها از مصاحبه، مستندات و گزارش‌های موجود استفاده می‌شود (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۹۲). طبق پیوست (۱)، در این پژوهش، از مصاحبه‌های نیمه ساخت‌یافته به عنوان کلیدی‌ترین روش گردآوری اطلاعات برای استراتژی رویش نظریه‌ها استفاده شده است. سؤالات اولیه مطرح شده در جلسات مصاحبه، سوابق شغلی افراد و نقش‌ها و مسئولیت‌های کلیدی آن‌ها در زمینه فناوری اینترنت اشیا و توسعه‌ی پایدار را پوشش می‌داد. سپس محورها و سؤالاتی پیرامون ذینفعان کلیدی و زیرساخت‌های مؤثر در توسعه اینترنت اشیا و مواردی از این قبیل مطرح شد. با استفاده از این مکانیسم، جمع‌آوری داده‌ها تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. طبق پیوست (۲)، جامعه آماری پژوهش، از میان خبرگان و متخصصان باتجربه و آگاه نسبت به پدیده مورد مطالعه (فناوری اینترنت اشیا و توسعه پایدار) مشخص گردید. فرآیند نمونه‌گیری به این صورت بود که پس از گردآوری و تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه‌های اولیه، سایر خبرگان به روش گلوله‌برفی توسط مصاحبه‌شوندگان اولیه معرفی شدند و مصاحبه‌ها به همین ترتیب ادامه پیدا کرد که در نهایت با انجام ۲۰ مصاحبه کفایت نظری حاصل شد.

۵. داده‌ها و نتایج تجربی

داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها با بهره‌گیری از مدل پارادایمی استراوس و کوربین و استفاده از روش مقایسه مستمر در فرآیند کدگذاری، تجزیه و تحلیل شد. همان‌طور که بیان شد، در رویکرد استراوس و کوربین کدگذاری شامل سه فرآیند اصلی زیر است:

- ۱- کدگذاری باز، ۲- کدگذاری محوری، ۳- کدگذاری انتخابی. قابل ذکر است کدگذاری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار تحلیل کیفی MAXQDA انجام شده است. در ادامه، مراحل طی شده در کدگذاری تشریح شده‌اند.

کدگذاری باز: هدف کدگذاری باز در رویکرد ظاهر شونده، بیرون کشیدن مجموعه‌ای از مقوله‌ها و ویژگی‌های آن‌ها و کشف مسئله و نحوه‌ی حل آن است. در این راستا پژوهشگر به جای تشریح واژه‌ها برای رویدادها، به آنچه در حال روی دادن است، می‌پردازد و به دنبال درک مفهوم است (گلیرز و استراوس، ۱۹۶۷). به منظور تحقق این امر، باید داده‌های خام حاصل از متن مصاحبه‌ها و یادداشت‌های میدانی به دقت بررسی شوند و پس از تفکیک در قالب کدهای جداگانه برچسب بخورند. پس از پیاده‌سازی دقیق و کامل مصاحبه‌های انجام شده،

مطابق با قواعد مدل پارادایمی استراوس و کوربین داده‌ها بدون هیچ محدودیتی بررسی می‌شوند. درواقع، هدف از تحلیل کدگذاری باز، ایجاد مجموعه‌ای از مفاهیم است. در این پژوهش، پس از پدیدار شدن مقوله‌های آغازین تعداد ۷۰ کد ساخته شد که با استفاده از دورویه «مقایسه کردن» و «پرسش کردن» به ۱۳ مفهوم تبدیل شدند. برای تعیین نام‌های مفاهیم، ابتدا کدهای مشابه گروه‌بندی شدند و با بررسی و تحلیل دقیق هر گروه، بسیاری از مفاهیم به‌راحتی از داده‌ها استخراج گردیدند. پیوست ۳، نمایی از پنجره نرم‌افزار MAXQDA به همراه داده‌های در حال تحلیل را نشان می‌دهد.

کدگذاری محوری: کدگذاری محوری، فرآیند مرتبط کردن مقولات فرعی به مقولات اصلی‌تر را شامل می‌شود. کدگذاری در این مرحله به‌صورت محوری و با هدف طبقه‌بندی و مقوله‌پردازی صورت می‌گیرد. در واقع هدف از کدگذاری محوری، برقراری رابطه بین مقوله‌های تولیدشده در مرحله کدگذاری باز است. این کدگذاری به این دلیل محوری نامیده شده که کدگذاری حول محور یک مقوله رخ می‌دهد. همچنین در کدگذاری محوری مقولات بر اساس الگوی پارادایمی ایجاد و کشف می‌شوند (استراوس و همکار، ۱۹۶۷). در ادامه، کدها و مفاهیم حاصل از تحلیل داده‌های مصاحبه‌ها تا پایان مرحله کدگذاری محوری به تفکیک هر مقوله در جدول‌های (۲)، (۳)، (۴) و (۵) ارائه شده است. البته در این جداول تنها به عناوین کدها اشاره شده است و کدهای استخراج شده حاصل از بیانات و صحبت‌های خبرگان است.

کدگذاری انتخابی: آخرین مرحله از کدگذاری از میان مقوله‌ها، مقوله محوری انتخاب شده و حول آن نظریه‌ای برآمده از دل تحقیق ارائه می‌شود. نظریه به وجود آمده از دل داده‌ها حول مقوله محوری به‌صورت مدل تصویری ارائه می‌شود. چنین کاری تنها از طریق دسته‌بندی مقوله‌ها ممکن خواهد بود. به‌منظور برقراری پیوند بین مقوله‌ها، از مدل پارادایمی رویش نظریه‌ها استفاده می‌شود. این مدل پارادایمی، مقوله‌ها را در شش دسته مقوله جای می‌دهد در ادامه هر یک از عناصر مدل شرح داده خواهند شد. شکل (۳)، مدل توسعه فناوری اینترنت‌اشیاء را در راستای اهداف توسعه پایدار نشان می‌دهد.

جدول (۲): کد و مفاهیم مقوله محوری در کدگذاری انتخابی - منبع: یافته‌های پژوهش

مقوله (محوری): پدیده توسعه اینترنت‌اشیاء		فراوانی کدهای مقوله: ۱۰	
ردیف	کد Code	مفهوم Concept	دسته Class
۱	تحریک بازار برای توسعه کاربردهای اینترنت‌اشیاء	ماهیت بازارمحور	مقوله محوری
۲	رقابت‌پذیری و پویایی شرکت‌ها در حوزه توسعه اینترنت‌اشیاء	ماهیت نیازمحور	
۳	راهگشا بودن اینترنت‌اشیاء برای تصمیم‌گیری‌های لحظه‌ای و درازمدت		
۴	ماهیت تسهیلگر فناوری در حل بحران‌ها		
۵	تمایل جامعه به به‌کارگیری راهکارهای فناورانه		
۶	پیش‌بینی‌های معتبر مبنی بر رشد فناوری اینترنت‌اشیاء در سال‌های آتی	ماهیت غیرگذرا	
۷	نقش محوری ارتباطات از راه دور در زندگی روزمره	ماهیت ناگزیر	
۸	افزایش نرخ تعداد دستگاه‌های قابل اتصال به اینترنت		
۹	افزایش نرخ تعداد گوشی‌های هوشمند		

جدول (۳): کد و مفاهیم شرایط علی در کدگذاری انتخابی - منبع: یافته های پژوهش

فراوانی کدهای مقوله: ۱۵		مقوله مسائل نیازمند هوشمند سازی	
دسته Class	مفهوم Concept	کد Code	ردیف
راهکارها	مسائل حوزه محیط زیست و انرژی	وجود چالش‌های فراوان محیط زیست در هوا و آب	۱
		بحران کمبود آب و بالا بودن نرخ مصرف آب	۲
		آتش‌سوزی جنگل‌ها و صدمات جدی محیط زیست	۳
		توزیع ناهمسان برق در استان‌ها و نیاز به فناوری اینترنت‌اشیاء	۴
	مسائل حوزه مدیریت شهری	نرخ بالای ترافیک شهری و نیاز به کاهش ترافیک	۵
		نرخ بالای تصادفات درون‌شهری و برون‌شهری و ضرورت ایجاد راهکاری برای کاهش آن	۶
		پیر شدن جامعه و نیاز به هوشمند سازی خانه‌ها و شهرها	۷
		نیاز به هوشمند سازی شهرها جهت مدیریت بهتر امور شهری	۸
	مسائل حوزه سلامت و درمان	کمبود پرستار در بیمارستان‌ها	۹
		هزینه‌ی بالای اضافه کردن نیروهای پرستار برای بیمارستان‌ها	۱۰
		ضرورت سنجش مکرر پارامترهای حیاتی در بیماران خاص	۱۱
		نیاز به کنترل سالمندان از راه دور	۱۲
		نیاز به خدمات هوشمند ویژه معلولان و افراد ناتوان جسمی	۱۳
		نیاز به پزشکی از راه دور در نقاط محروم	۱۴
		نیاز به کاهش هزینه‌های بالای درمان	۱۵

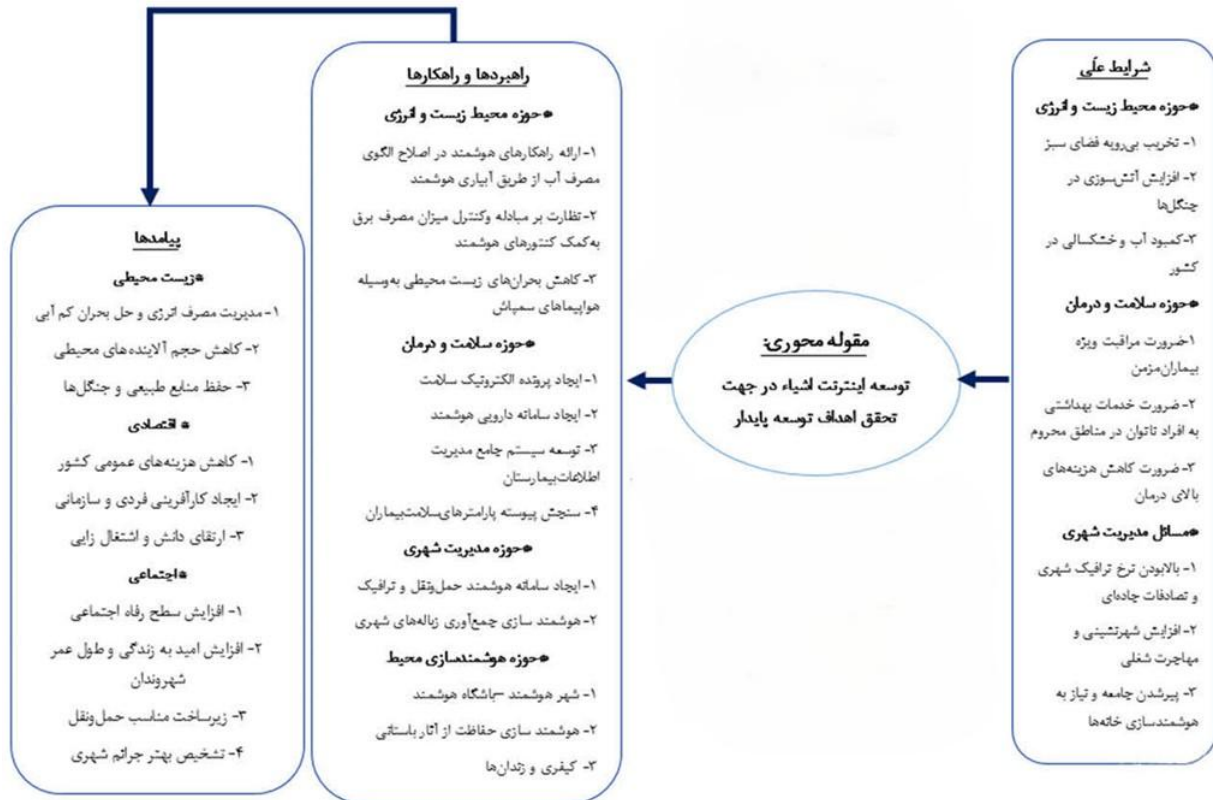
جدول (۴): کد و مفاهیم راهبردها و راهکارها در کدگذاری انتخابی - منبع: یافته های پژوهش

مقوله کاربردهای اینترنت اشياء		فراوانی کدهای مقوله: ۲۵	
ردیف	کد Code	مفهوم Concept	دسته Class
۱	کاربرد اینترنت اشياء در هوشمند سامانه آب	حوزه محیط زیست و انرژی	راهبردها و راهکارها
۲	کاربرد اینترنت اشياء در تأسیسات نیروگاهی		
۳	کاربرد اینترنت اشياء در هوشمند سازی موتورهای چاه آب		
۴	کاربرد اینترنت اشياء در نظارت بر میزان مصرف انرژی لوازم برقی خانگی		
۵	کاربرد اینترنت اشياء در نظارت بر مبادله انرژی توزیعی برق		
۶	کاربرد اینترنت اشياء در کاهش بحران آتش سوزی جنگل ها		
۷	کاربرد اینترنت اشياء در مدیریت حمل و نقل و ردیابی	مسائل حوزه مدیریت شهری	
۸	کاربرد اینترنت اشياء در ناجا برای کنترل لحظه ای خودروهای شخصی		
۹	کاربرد اینترنت اشياء در کاهش میزان ترافیک شهری		
۱۰	کاربرد اینترنت اشياء در رصدخانه شهری هوشمند		
۱۱	کاربرد اینترنت اشياء در مدیریت سفرهای فرودگاه		
۱۲	کاربرد اینترنت اشياء هوشمند سازی جمع آوری زباله های شهری		
۱۳	کاربرد اینترنت اشياء در حوزه خانه هوشمند، شهر هوشمند و دانشگاه هوشمند		
۱۴	کاربرد اینترنت اشياء در هوشمند سازی باشگاه های ورزشی و حفاظت از آثار باستانی		
۱۵	کاربرد اینترنت اشياء در زندان ها		
۱۶	کاربرد اینترنت اشياء در کاهش نرخ سرطان	مسائل حوزه سلامت و درمان	
۱۷	کاربرد اینترنت اشياء در اصلاح الگوی تغذیه خانواده		
۱۸	کاربرد اینترنت اشياء در توسعه نرم افزارهای موبایل سلامت		
۱۹	کاربرد اینترنت اشياء در یادآوری مصرف دارو به بیماران		
۲۰	کاربرد اینترنت اشياء در اندازه گیری پیوسته پارامترهای سلامت بیماران		

۲۱	کاربرد اینترنت‌اشیاء در یکپارچه‌سازی اطلاعات دارویی کشور
۲۲	کاربرد اینترنت‌اشیاء در توسعه سیستم جامع مدیریت اطلاعات بیمارستانی
۲۳	کاربرد ابزارهای پوشیدنی در هوشمند سازی سلامت

جدول (۵): کد و مفاهیم پیامدها در کدگذاری انتخابی - منبع: یافته‌های پژوهش

فرآوانی کدهای مقوله: ۲۰		مقوله پیامدهای توسعه اینترنت‌اشیاء	
دسته Class	مفهوم Concept	کد Code	ردیف
۳۱ ۳	پیامدهای زیست محیطی	حفاظت از سرمایه‌های محیط‌زیست	۱
		متعادل‌سازی ترافیک با هوشمند سازی سیستم کنترل شهری	۲
		کاهش آلاینده‌های ناشی از خودرو با هوشمند سازی حمل‌ونقل شهری	۳
		بهینه‌سازی مصرف آب خانواده برای مقابله با بحران آب	۴
		کاهش تلفات و کنترل مصرف انرژی ناشی از توسعه خانه‌های هوشمند	۵
	پیامدهای اجتماعی	افزایش سطح رفاه اجتماعی شهروندان	۶
		کنترل تداخلات دارویی بیماران	۷
		جلوگیری از قطعی برق در سطح گسترده	۸
		کنترل بهتر زندانیان به کمک دستبندهای الکترونیکی هوشمند	۹
		تشخیص بهتر جراثیم در جامعه توسط دوربین‌های هوشمند شهری	۱۰
		کاهش نرخ مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات جاده‌ای و افزایش امید به زندگی	۱۱
	پیامدهای اقتصادی	توسعه اقتصادی کسب‌وکارهای کوچک	۱۲
		ارتقای بهره‌وری سازمان‌ها	۱۳
		اشتغال‌زایی در حوزه نوین اینترنت‌اشیاء	۱۴
		کارآفرینی و ایجاد بازار برای کشورهای همسایه	۱۵
		تحقق کارآفرینی فردی و سازمان	۱۶
		بهینه کردن هزینه خدمات جمع‌آوری زباله‌های شهری	۱۷



شکل ۳: مدل توسعه فناوری اینترنت اشیا در راستای اهداف توسعه پایدار - منبع: یافته‌های پژوهش

۱-۵. شرایط علی: مسائل نیازمند هوشمندسازی

شرایط علی دلایل و توضیحاتی را برای وقوع مقوله محوری بیان می‌کند. در این مدل، مسائل نیازمند هوشمندسازی به‌عنوان یک دلیل برای وقوع مقوله محوری، یعنی «توسعه فناوری اینترنت‌اشیاء در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار» شناسایی شده‌است. مطابق با یافته‌های پژوهش، کلیدی‌ترین نیازمندی‌های شناسایی شده برای ظهور و توسعه فناوری اینترنت‌اشیاء، مربوط به سه حوزه مهم محیط زیست و انرژی، سلامت و درمان و مدیریت شهری است.

مسائل محیط زیست و آلودگی‌ها در اشکال مختلف هوا، آب، خاک و زمین در زمره مهم‌ترین مشکلاتی است که دنیا و ازجمله ایران را با خود درگیر کرده است و ادامه این روند می‌تواند زمینه‌ساز مخاطراتی جدی و غیرقابل جبران باشد. بخش عمده‌ای از آلودگی‌های محیط زیست در شرایط حاضر ناشی از اقدامات نادرست در تخریب بی‌رویه جنگل‌ها و فضای سبز است که اخیراً با افزایش قابل توجهی همراه بوده است. آتش‌سوزی‌های رخ داده در جنگل‌ها به‌عنوان سرمایه‌های زیستی، بحران‌های محیط زیست کشور را دوچندان نموده است. از جنبه دیگر بحران کمبود آب و خشکسالی کشور نیز یکی دیگر از مسائل جدی است که رفع آن مستلزم تمهیدات مدبرانه و بهره‌گیری از راهکارهای هوشمند است. به‌طورمعمول، مصرف آب در کشور شامل سه بخش خانگی، کشاورزی و صنعت است که از میان آن‌ها بیشترین مصرف مربوط به مصارف خانگی و کشاورزی است. طبق نظرات خبرگان مصاحبه‌شونده، توسعه فناوری اینترنت‌اشیاء نقش مؤثری در حل بحران‌های فوق و حفاظت از محیط‌زیست خواهد داشت.

مفاهیم مرتبط با حوزه سلامت و درمان، مواردی نظیر ضرورت هوشمندسازی خدمات بهداشت، درمان و سلامت برای افراد نیازمند مراقبت‌های ویژه مانند سالمندان، بیماران مزمن که نیازمند سنجش و پایش پیوسته پارامترهای حیاتی سلامتی‌شان هستند، افراد معلول و ناتوان جسمی، ساکنین مناطق محروم اشاره دارد. علاوه بر این، نیاز به کاهش هزینه‌های بالای درمانی کشور ازجمله کمبود پرستار در بیمارستان‌ها و به‌صرفه نبودن هزینه مازاد استخدام نیروی جدید از دیگر نیازمندی‌ها و مسائل حوزه سلامت هوشمند است که همه بر ضرورت هوشمندسازی تأکید دارند.

در حوزه مدیریت شهری، به کلیدی‌ترین بحران‌های حمل‌ونقل یعنی بالا بودن نرخ ترافیک شهری و بالا بودن نرخ تصادف جاده‌ای و نیاز به لحاظ نمودن راهکارهای فناورانه در راستای کاهش و حل آن‌ها اشاره دارد. افزایش شهرنشینی و مهاجرت شغلی به شهرهای بزرگ‌تر به‌صورت پنهان نیاز به هوشمند شدن شهرها را برای کنترل و مدیریت بهتر امور شهری ایجاد خواهد کرد. علاوه بر این، پیر شدن جامعه و نیاز به هوشمندسازی خانه‌ها و شهرها از دیگر دغدغه‌های مدیریت شهری است که می‌تواند از طریق راهکارهای شهر هوشمند محقق شود. از جنبه دیگر بحران کمبود آب و خشکسالی کشور نیز یکی دیگر از مسائل جدی است که رفع آن مستلزم تمهیدات مدبرانه و بهره‌گیری از راهکارهای هوشمند است.

۲-۵. مقوله محوری پژوهش: پدیده توسعه فناوری اینترنت‌اشیاء

توسعه فناوری اینترنت‌اشیاء پدیده‌ای ناگزیر و غیر گذرا است که بر اساس نیازهای بازار ظهور می‌یابد و با توجه به آن که راهکاری فناورانه و نوین است، می‌تواند در حل بسیاری از بحران‌های امروزی راهگشا واقع شود و موجب تحقق توسعه پایدار گردد. مطابق نتایج، پدیده توسعه اینترنت‌اشیاء دارای چهار ماهیت «ناگزیر»، «غیر زودگذر»، «نیاز محور» و «بازار محور» است. ناگزیر بودن ماهیت توسعه اینترنت‌اشیاء ریشه در این حقیقت دارد که در عصر حاضر ارتباطات از راه دور نقشی کلیدی در زندگی روزمره افراد و سازمان‌ها ایفا می‌کند. هم‌چنین طبق گزارش‌های معتبر فناوری‌های نوظهور در دنیای فناوری اطلاعات و ارتباطات به نظر می‌رسد که اینترنت‌اشیاء یک فناوری زودگذر نیست. مطابق با نظرات مصاحبه‌شوندگان، توسعه اینترنت‌اشیاء مبتنی بر نیاز رخ می‌دهد که می‌تواند فرصتی مناسب برای ایجاد بازار برای این فناوری و پاسخ به نیازهای موجود باشد. توسعه فناوری اینترنت‌اشیاء در ایران از طریق تحریک بازار محقق می‌شود.

۳-۵. راهبردها و راهکارها: کاربردهای فناوری اینترنت اشیا

راهبردها، رابطه میان علل با مقوله محوری و همچنین رابطه میان مقوله محوری با پیامدها را تعدیل می‌کند. منظور از راهبردها، راهکار و کاربردهای مختلف اینترنت اشیا است که می‌تواند ضمن برطرف نمودن مشکلات شناسایی شده، در افزایش بروز اثرات و پیامدهای مثبت توسعه فناوری اینترنت اشیا نقش به‌سزایی ایفا کند.

راهبردهای اینترنت اشیا در حوزه انرژی و محیط زیست اغلب به راهکارهای هوشمندانه از جمله سامانه آب و اصلاح الگوی مصرف آب، نظارت بر مبادله انرژی برق و کنترل میزان مصرف برق برمی‌گردد. طبق نظرات خبرگان، اینترنت اشیا در حوزه انرژی از طریق هوشمند سازی شبکه برق به کمک کنتورهای هوشمند، در زمینه کاهش مصرف آب از طریق آبیاری هوشمند و همچنین کاهش بحران‌های محیط زیست نظیر کاهش آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع سبز به وسیله هواپیماهای سم‌پاش، نقش کلیدی ایفا می‌کند. از این‌رو، پیاده‌سازی اینترنت اشیا یکی از زمینه‌هایی است که تأثیر زیادی در جهت حفظ محیط زیست و کاهش آلاینده‌ها خواهند داشت.

حوزه سلامت یکی از کلیدی‌ترین زمینه‌های توسعه فناوری اینترنت اشیا است که دارای کاربردهای گوناگونی می‌باشد. طبق تحلیل یافته‌ها، راهبردهای اینترنت اشیا در حوزه سلامت و درمان، به‌طور کلی به دو بخش راهبردهای سازمانی و هدف محور تقسیم می‌شوند.

- راهبردهای سازمانی به فراهم‌سازی بستر لازم برای ارائه خدمات هوشمند پزشکی اشاره دارند و مواردی مانند یکپارچه‌سازی سوابق پزشکی و درمانی شهروندان از طریق پرونده الکترونیک سلامت، یکپارچه‌سازی اطلاعات دارویی کشور از طریق ایجاد سامانه دارویی هوشمند و توسعه سیستم جامع مدیریت اطلاعات بیمارستانی را شامل می‌شوند.

- راهبردهای هدف محور اینترنت اشیا مواردی نظیر یادآوری مصرف دارو به بیماران، تشخیص میزان سلامت نوزادان، سنجش پیوسته پارامترهای سلامت بیماران، اصلاح الگوی تغذیه خانواده‌ها و کاهش نرخ سرطان از طریق پایش منظم علائم حیاتی را مطرح می‌کنند.

راهکار و موارد کاربرد اینترنت اشیا در حوزه مدیریت شهری، مرتبط با ایجاد سامانه هوشمند حمل‌ونقل و ترافیک در راستای کاهش بحران‌های حمل‌ونقل از جمله کاهش نرخ تصادفات جاده‌ای و کاهش میزان ترافیک می‌باشد. رصدخانه شهری هوشمند یکی از مهم‌ترین کاربردهای اینترنت اشیا در این حوزه است که پنج محور کلیدی امکانات شهری، حکمرانی و مدیریت پایدار، اقتصاد، اجتماع و محیط زیست را شامل می‌شود. علاوه بر این، هوشمند سازی سطل زباله‌های شهری و مدیریت سفرهای فرودگاه از دیگر مواردی است که بخشی از راهبردهای اینترنت اشیا در حوزه مدیریت شهری قلمداد می‌شوند. راهبردهای اینترنت اشیا در هوشمند سازی محیط نظیر خانه، دانشگاه، شهر، زندان‌ها و غیره برمی‌گردد. خانه هوشمند یکی از حوزه‌های کاربردی اینترنت اشیا است که مشتری محور بوده و در حال رشد است. از مزیت سیستم‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در منازل، می‌توان به توان مصرفی پایین با عملکرد تنها یک باتری و همچنین پوشش دهی گسترده شبکه‌های ویژه در تمام نقاط مجتمع‌های بزرگ اشاره کرد. به‌عنوان مثال برای جلوگیری از انتشار گازهای آلاینده هوای آلوده در منزل، طبق مفهوم شبکه سنجش کیفیت هوا یک سیستم حسگر هوشمند برای ردیابی اثرات گازهای آلاینده در محیط قرار داده می‌شود که از این طریق قابلیت شناسایی هستند. از آن‌جا که پیاده‌سازی و تحقق شهر هوشمند یک فرآیند زمان‌بر است، یکی از راهکارهای توسعه فناوری اینترنت اشیا، دانشگاه هوشمند است که می‌توان بسیاری از قابلیت‌های شهر هوشمند را در مقیاس کوچک‌تر اجرایی نمود که این امر علاوه بر بهبود تجربه دانشجویان، هزینه‌ها را نیز

کاهش می‌دهد. یکی دیگر از کاربردهای جدیدتر اینترنت‌اشیاء، در حوزه کیفری و زندان است که به‌موجب آن زندانیان با شرایط خاص می‌توانند دوره محکومیت خود را در خانه سپری کنند؛ درواقع یک جایگزین برای حبس در زندان محسوب می‌شود و با استفاده از دستبند یا پابندهای الکترونیکی، اجازه ورود یا خروج از یک محدوده مشخص را ندارند و تحت پایش و نظارت لحظه‌ای می‌باشند.

۴-۵. پیامدها

• پیامد زیست محیطی

پیامدها، به برونداد یا نتایج اشاره می‌کند. یافته‌های پژوهش نشان داده است که «پدیده‌ی توسعه فناوری اینترنت‌اشیاء در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار» طبق نظرات مدیران و خبرگان حوزه اینترنت‌اشیاء و مؤلفه‌های توسعه پایدار، درمجموع خروجی‌های مثبت و قابل توجهی خواهد داشت. به دلیل اهمیت بالای بحران‌های محیطی، پیامدهای محیط زیستی به‌عنوان یکی از بیشترین اثرات مثبت توسعه فناوری اینترنت‌اشیاء شناسایی شده است. با استفاده از راهکارهای اینترنت‌اشیاء امکان مدیریت مصرف انرژی‌های همگانی (به‌ویژه آب و برق) به‌صورت چشمگیری فراهم خواهد شد و تا حد ممکن با بحران کم‌آبی مقابله خواهد شد. با به‌کارگیری حسگرها و محرک‌ها، کشاورزان می‌توانند عملکرد بهتری در بهینه‌سازی مصرف آب و به حداقل رساندن ضایعات داشته باشند. مدیریت مصرف آب از طریق اینترنت‌اشیاء می‌تواند توسط شهروندان در خانه‌ها نیز انجام پذیرد. این دستگاه‌ها همراه با تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌تواند، ساکنان خانه را نسبت به میزان مصرف آب آگاه سازند و باعث صرفه‌جویی در هزینه شوند. هوشمندسازی حمل و نقل و ترافیک شهری به کمک اینترنت‌اشیاء می‌تواند منجر به کاهش قابل توجهی حجم آلاینده‌های محیطی و درنهایت حفظ منابع طبیعی و جنگل‌ها در برابر بحران‌هایی نظیر آتش‌سوزی شود.

• پیامد اقتصادی

طبق نظرات خبرگان، توسعه‌ی فناوری اینترنت‌اشیاء با اثرات و پیامدهای اقتصادی بسیاری روبه‌رو خواهد بود که کاهش هزینه‌های عمومی کشور، ایجاد کارآفرینی فردی و سازمانی، درونی سازی از طریق ارتقای دانش و اشتغال‌زایی به‌عنوان کلیدی‌ترین آن‌ها شناسایی شده‌اند. مطابق با یافته‌های پژوهش، اینترنت‌اشیاء زمینه‌ساز بهره‌وری سازمان‌ها خواهد شد. اثرات اقتصادی مثبت می‌تواند از دو وجه قابلیت نظارت از راه دور و هوش کسب و کاری به‌کاررفته در آن باشد. اینترنت‌اشیاء با بهره‌گیری از حسگرهای کنترل و نظارت از راه دور، بهره‌وری را برای سازمان‌ها و کسب و کارهای امروزی ایجاد خواهد نمود. مفهوم بهره‌وری، هر دو وجه کارایی و اثربخشی را مورد توجه قرار می‌دهد که در مواردی مانند کاهش هزینه و انعطاف‌پذیری در خدمات، برنامه‌ریزی و پیش‌بینی بهتر و دقیق‌تر نمود پیدا می‌کند. طبق نظرات خبرگان، پایش هوشمندانه داده‌ها در اینترنت‌اشیاء از طریق هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و هوش کسب و کاری منجر به نوعی آینده‌نگاری می‌شود، به گونه‌ای که نیازهای کاربر، مشتری، صنعت و دولت از طریق هوش ایجادشده در آینده مشخص می‌شود. به این ترتیب، این امر موجب عرضه کالاها و خدمات متناسب با نیازهای کاربران و ایجاد فرصت‌ها و ایده‌های جدید برای آینده‌ای بهتر خواهد شد.

• پیامد اجتماعی

پیامد اجتماعی یکی از عمده مفاهیمی است که در مقوله پیامدها دارای بیشترین تعداد کد بوده است. بسیاری از خبرگان بر این باور بودند افزایش سطح رفاه اجتماعی، فراهم آوردن زیرساخت حمل و نقل استاندارد، همه به کمک فناوری اینترنت‌اشیاء موجب افزایش امید به زندگی و طول عمر شهروندان خواهد شد. به‌عنوان مثال، در حوزه حمل و نقل این امر به کاهش نرخ مرگ و میر ناشی از تصادفات جاده‌ای برمی‌گردد. در مدیریت شهری نیز این امر در افزایش سطح رفاه اجتماعی دارد که می‌تواند از طریق هوشمندسازی انرژی و تشخیص بهتر جرائم شهری محقق شود. فناوری اینترنت‌اشیاء در زمینه‌های مختلف پزشکی از جمله پارامترهای حیاتی بدن، سیستم مراقبت از راه دور بیماران، سیستم هشداردهنده موارد اورژانسی، برنامه‌های تناسب اندام، بیماری‌های مزمن و مراقبت از

افراد سالمند مورد استفاده قرار می‌گیرد. این موارد شامل سیستم اندازه‌گیری ضربان قلب، سیستم اندازه‌گیری فشارخون، سیستم‌های بررسی سلامت، ضربان‌سازهای مصنوعی و سمعک می‌باشد. در موارد پیشرفته‌تر دستگاه‌ها سیر درمان، داروها و مقدار آن‌ها را نیز پایش می‌کند. همچنین طراحی برنامه‌های اینترنت اشیا به صورتی است که به وسیله‌ی آن پزشک پس از ترخیص بیمار، او را تحت نظر می‌گیرد. علائم حیاتی شامل فشارخون، ضربان قلب، دمای بدن و تنفس با استفاده از ابزار هوشمند مجهز به سیستم ارتباطی به صورت پیوسته در تمامی ساعت‌های شبانه‌روز جمع‌آوری شده و ذخیره می‌شوند. سیستم با توجه به علائم حیاتی و پارامترهای خاص مرتبط با بیماری‌های مزمن و شایع جمع‌آوری شده‌ی هر شخص و با توجه به سطوح آستانه‌ی تعریف شده برای آن‌ها، در صورت نمایش علائم بیماری، صفحه کاربری شخص را با توجه به آن تغییر داده و فیلم‌های آموزشی مرتبط با آن بیماری را به صورت خودکار بر روی صفحه‌ی کاربر ارسال می‌کند.

۶. بحث و نتیجه‌گیری

مطابق با آنچه از ابتدای پژوهش گفته شد، این پژوهش باهدف بررسی توسعه فناوری اینترنت اشیا با محوریت دستیابی به اهداف توسعه پایدار انجام شده است. وقتی اینترنت اشیا در شهر هوشمند به کار گرفته می‌شود، در آن به مسائلی مانند ترافیک، مصرف انرژی، آلودگی، تخریب کره زمین، تغییر زیرساخت‌های شهری، بهبود کیفیت زندگی و موارد دیگر از طریق یک رویکرد نوآورانه و سیستماتیک، بر اساس ارتباط و تبادل اطلاعات باهدف بهینه‌سازی فرآیندهای مدیریت شهری پرداخته می‌شود. بنابراین تنها از راه علم و فناوری می‌توان به توسعه‌ی پایدار دست یافت و آنچه حامیان انجام می‌دهند در راستای همین هدف کلان ملی است. همان‌طور که گفته شد، مطالعات اندکی توسعه اینترنت اشیا را با محوریت توسعه پایدار بررسی کرده‌اند. تحقق توسعه اینترنت اشیا از طریق کاربردهای مختلف آن در صنایع، نه تنها می‌توان مسئله‌های مختلف موجود را برطرف کرد، بلکه احتمال آن وجود دارد که به موجب آن نتایج مثبت و قابل توجهی از جنبه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی بروز نماید. سه جنبه زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی نشان‌دهنده ابعاد سه‌گانه توسعه پایدار نیز هستند؛ بنابراین، می‌توان ادعا کرد که میان مسائل نیازمند هوشمندسازی سلامت و درمان، کاربردهای اینترنت اشیا و ابعاد توسعه پایدار تناظر و هم‌راستایی وجود دارد. این امر گواهی بر آن است که توسعه اینترنت اشیا می‌تواند توسعه پایدار را در پی داشته باشد. مطابق با شرایط علمی، مسائل نیازمند هوشمندسازی در قالب مسائل زیست‌محیطی و حوزه انرژی، مسائل حوزه سلامت و درمان، مسائل مدیریت شهری به‌عنوان دلایلی هستند که نیاز به تحقق توسعه اینترنت اشیا را ایجاد می‌کنند. از طرفی، اینترنت اشیا در طیف وسیعی از کاربردهای ارائه شده‌اش، راهبردهایی را در راستای برطرف نمودن مسائل مطرح شده معرفی می‌کند. در صورت تحقق توسعه اینترنت اشیا از طریق کاربردهای مختلف آن در صنایع نه تنها می‌توان مسئله‌های مختلف موجود را برطرف کرد، بلکه احتمال آن وجود دارد که به موجب آن نتایج مثبت و قابل توجهی از جنبه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی بروز نماید. سه جنبه زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی نشان‌دهنده ابعاد سه‌گانه توسعه پایدار نیز هستند؛ بنابراین، می‌توان ادعا کرد که میان مسائل نیازمند هوشمندسازی، کاربردهای اینترنت اشیا و ابعاد توسعه پایدار تناظر و هم‌راستایی وجود دارد. این امر گواهی بر آن است که توسعه اینترنت اشیا می‌تواند توسعه پایدار را در پی داشته باشد. به‌عنوان مثال، در مسائل حوزه سلامت و درمان، نیاز روزافزون سالمندان به مراقبت‌های پزشکی و کنترل از راه دور است. در این راستا، کاربردهای مختلفی از اینترنت اشیا در این حوزه وجود دارد (مانند توسعه نرم‌افزارهای کاربردی که امکان نظارت از راه دور سالمندان را فراهم می‌سازد)؛ ای کاربرد می‌تواند منجر به راحتی و آسایش بیشتر برای سالمندان و افزایش طول عمر آن‌ها شود که با بعد اجتماعی توسعه پایدار تناظر دارد. یا به‌عنوان مثالی دیگر، آتش‌سوزی یا تخریب جنگل‌ها یکی از جدی‌ترین مسائل و چالش‌های زیست‌محیطی است. در این راستا، کاربردهای اینترنت اشیا در تشخیص نقاطی که مستعد تخریب هستند و یا در مهار سریع آتش‌سوزی‌های احتمالی از طریق شناسایی حسگرها مطرح شده است. در چنین حالتی نیز، تحقق توسعه اینترنت اشیا می‌تواند موجب

ایجاد پیامدهای مثبت زیست‌محیطی شود. جدول (۶)، همپوشانی کاربردهای اینترنت‌اشیاء و ابعاد توسعه‌پایدار را طبق یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد.

جدول ۶: همپوشانی کاربردهای اینترنت اشیا و ابعاد توسعه‌پایدار - منبع: یافته‌های پژوهش

بعد اجتماعی	بعد اقتصادی	بعد محیط زیست
• حوزه سلامت و درمان - پیگیری مستمر و توجه به سلامت جسمی - افزایش امید به زندگی و طول عمر شهروندان - تدوین الگوهای سلامت برای پیشگیری، تشخیص و درمان بیماری‌ها • حوزه مدیریت شهری و حمل‌ونقل - ایجاد زیرساخت حمل‌ونقل استاندارد - کاهش نرخ مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات جاده‌ای - تشخیص بهتر جرائم شهری • حوزه کاربردهای شخصی - افزایش آسایش و راحتی - قابلیت‌های کاربردی ابزار پوشیدنی، لباس و ساعت هوشمند - باشگاه‌های هوشمند	• حوزه کشاورزی - نظارت بر کیفیت خاک - نظارت بر کیفیت محصولات کشاورزی • حوزه صنایع تولیدی - نظارت بر موجودی کالاها - کامیابی اقتصادی	• حوزه انرژی و خانه هوشمند - بهینه‌سازی مصرف آب - کاهش مصرف انرژی برق • حوزه مدیریت شهری - کاهش مصرف سوخت ناشی از خودروهای خودران - کاهش قابل توجه حجم آلاینده‌های محیطی و آلودگی شهری - مدیریت جمع‌آوری زباله • حوزه مدیریت بحران منابع طبیعی - حفظ منابع طبیعی و جنگل‌ها در برابر بحران‌ها (نظیر آتش‌سوزی)

منابع

- حافظ نیا، محمدرضا، (۱۴۰۱)، مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، چاپ سی‌ویکم، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (انتشارات سمت)، مرکز تحقیق و توسعه‌ی علوم انسانی.
- خدمتگزار، حمیدرضا، (۱۳۹۴). بررسی نقش اینترنت‌اشیاء در سیستم‌های مدیریت دانش (مورد مطالعه: عملکرد کارکنان شهرداری یزد). مدیریت فناوری اطلاعات، دوره هفتم، (۳)، پاییز ۹۴، ۵۷۲-۵۵۳.
- خورشیدوند، علی عسگر، علیرضا، ناصری پور. (۱۳۹۵). کاربرد اینترنت‌اشیاء در توسعه شهرهای هوشمند با تأکید بر سیستم حمل‌ونقل هوشمند، اولین کنفرانس ملی شهر هوشمند، قم، شرکت مشاوران شهر هوشمند.
- خوارزمی، امیدعلی، حمیده نصرآبادی و وحیده منتظریان. (۱۳۹۲). بررسی تأثیرات پیاده‌سازی شهر الکترونیک بر محیط‌زیست شهری در مشهد: چالش‌ها و فرصت‌ها، اولین کنفرانس ملی خدمات شهری و محیط‌زیست، مشهد، شهرداری مشهد.
- طالقانی، غلامرضا. (۱۳۸۴). نقش مدیریت فناوری در توسعه‌پایدار. پیک نور- علوم انسانی، سال سوم، (۳)، ۴۱-۳۴.
- علی احمدی، علیرضا. (۱۳۸۹). روش تحقیق و راهنمای پایان‌نامه نویسی، تهران: انتشارات تولید دانش.
- علی احمدی، علیرضا؛ ساروی مقدم، ناهید. (۱۳۹۷). روش‌شناسی داده‌بنیاد و رویش نظریه‌ها و کاربرد آن برای تولید دانش بومی، چاپ اول، تهران: انتشارات تولید دانش.

غلامرضایی، آرزو. (۱۳۹۶). شناسایی محرک‌ها و بازدارنده‌های اصلی مؤثر بر اجرای پروژه‌های اینترنت‌اشیا در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. موسسه آموزش عالی مهر البرز، دانشکده فناوری اطلاعات، گروه مهندسی فناوری اطلاعات (معماری سازمانی).

مؤیدی، محمد. (۱۳۹۳). طراحی کیفی فضاهای پیاده محور شهر در راستای دستیابی به پایدار شهری، مورد ارزیابی: کیفیت زیست‌محیطی فضاهای پیاده محور شهر تهران، کنفرانس سراسری الکترونیکی محیط‌زیست و انرژی ایران، صفاشهر، موسسه بین‌المللی آموزشی و پژوهشی خوارزمی.

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A Survey. *Computer Networks*, (54), 2787-2805.

Bardy, R., Rubens, A., & Massaro, M. (2015). The Systemic Dimension of Sustainable Development in Developing Countries. *Journal of Organizational Transformation & Social Change*, 12 (1), 22-41.

Bo, Y., & Wang, H. (2011). The Application of Cloud Computing and the Internet of Things in Agriculture and Forestry. 2011 International Joint Conference on Service Sciences, 168-172.
<https://doi.org/10.1109/IJCSS.2011.40>

Borgia, E. (2014). The Internet of Things Vision: Key Features, Applications and Open Issues. *Computer Communications*, 54, 1-31.

Bostrom, R.P., & Heinen, J.S. (1977). MIS Problems and Failures: A Socio-Technical Perspective. Part I: The Causes. *MIS Quarterly*, 1 (3), 17-32.

Brady, G. L., & Geets, P. C. F. (1994). Sustainable Development: The Challenge of Implementation. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 1(3), 189- 197

Dlodlo. Nomusa, Kalezhi. Josephat, 2015, "The Internet of Things in Agriculture for Sustainable Rural Development ", 978-1-4799-7707-9/15/\$31.00 ©2015 IEEE.

Gómez, J., Oviedo, B., & Zhuma, E. (2016). Patient Monitoring System Based on Internet of Things, The 7th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT 2016). *Procedia Computer Science*, 83, 90-97.

Gonzalez, M.O.A., Gonçalves, J.S., & Vasconcelos, R.M. (2017). Sustainable Development: Case Study in the Implementation of Renewable Energy in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 142, 461-475.

Hristov, K. (2017). Internet plus policy: A study on how China can achieve economic growth through the internet of things. *Journal of Science & Technology Policy Management*, 8(3), 375- 386.

Huang, Y., Poderi, G., Šćepanović, S., Hasselqvist, H., Warnier, M., & Brazier, F. (2019). Embedding Internet-of-Things in Large-Scale Socio-technical Systems: A Community-Oriented Design in Future Smart Grids: Technology, Communications and Computing, In book: *The Internet of Things for Smart Urban Ecosystems*, 125-150.

Huang, Y., Poderi, G., Šćepanović, S., Hasselqvist, H., Warnier, M., & Brazier, F. (2019). Embedding Internet-of-Things in Large-Scale Socio-technical Systems: A Community-Oriented Design in Future Smart Grids: Technology, Communications and Computing, In book: *The Internet of Things for Smart Urban Ecosystems*, 125-150.

Huang, Linna, Liu. Chunli, 2013, "The Application Mode in Urban Transportation Management Based on Internet of Things", *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSE 2013)*B. Nonnecke, M.Bruch," IoT & Sustainability: Practice, Policy and Promise", Center for Information Technology Research in the Interest of Society& the Banatao Institute University of California, June 2016.



Nasiri, M. (2016). Internet of Things as an Enabler in Disruptive Innovation for Sustainability, Master's Thesis, Lappeenranta University of Technology.

Shang. Xiaopu, Zhang. Runlong, Chen. Ying, 2012, "Internet of Things (IOT) Service: Architecture and its Application in E_ Commerce", 44 Journal of Electronic Commerce in Organizations, 10(3), 44_55, July_ September 2012.

Shin, D. (2014). A Socio-Technical Framework for Internet-of-Things Design: A Human-Centered Design for the Internet of Things. Telematics and Informatics, 31,(4), 519-531.

Shin, D.H., & Park, Y.J. (2017). Understanding the Internet of Things ecosystem: multi-level analysis of users, society, and ecology. Digital Policy, Regulation & Governance, 19 (1), 77-100.

Zarei, M., Mohammadian, A., & Ghasemi, R., (2016). Internet of Things in Industries: A Survey for Sustainable Development. International Journal of Innovation & Sustainable Development, 10 (4), 419-442.

Zhang. Lizong, Atkins. Anthony, 2012, Yu. Hongnian, "Knowledge Management Application of Internet of Things in Construction Waste Logistics with RFID Technology", TECHNIA – International Journal of Computing Science and Communication Technologies, VOL.5 NO. 1, July 2012 (ISSN 0974-3375).

Zhao, J. C., Zhang, J. F., Feng, Y., & Guo, J. X. (2010). The study and application of the IOT technology in agriculture. In Proceedings - 2010 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, ICCSIT 2010 (Vol. 2, pp. 462–465). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCSIT.2010.5565120>

The Development Model of Internet of Things Technology in the Field of Urban Management Issues in Order to Achieve the Goals of Sustainable Development

Mahya Anvari Naeiny¹, Alireza Aliahmadi², Bentolhoda Aliahmadi³

Abstract

The present study aims to investigate the development of Internet of Things technology in order to achieve sustainable development goals. Paying attention to urban facilities and sustainable management is one of the areas for achieving sustainable development in countries. Internet of Things technology has various solutions in this area that have not been studied in Iran. The existence of various issues and challenges in the fields of urban management, health and treatment, and environmental issues can be a reason for the development of the Internet of Things and pave the way for achieving sustainable development in three dimensions: economic, social, and environmental. In this regard, the research strategy of theory development with an emergent approach was used to collect and analyze data. The study population included experts in the field of Internet of Things, information and communication technology (ICT) consultants, and academic experts, and theoretical saturation was achieved based on purposeful sampling after conducting 20 semi-structured interviews. Data analysis was based on Strauss and Corbin coding processes (open-axial-selective) and MAXQDA qualitative analysis software. In this way, the conceptual model of the research "Development of Internet of Things technology towards achieving sustainable development goals" was presented. According to the research results, applications of Internet of Things in different fields can not only enable the resolution of problems in society, but can also pave the way for achieving sustainable development in three dimensions: economic, social and environmental.

Key words: Internet of Things (IOT), Sustainable Development, Development of Internet of Things Technology.

¹ MA in Information Technology Engineering E-commerce trend, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. Mahyaanv9@gmail.com

² PhD in Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering, Islamic Azad University, Tehran-Central Branch, Tehran, Iran.

³ Professor of Progress and Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology ,Tehran, Iran.