

# Factors Affecting the Development and Management of Smart City Approach Using a Combination of Big Data and the Internet of Things and Cloud Computing Technologies

**Ghodsiyeh Fahmfam\***

Master Degree; Dept. of Information Technology; Faculty of Engineering; Islamic Azad University, Tehran South Branch; Email: v\_fahmfam@yahoo.com

**Hodjat Hamidi**

PhD. in Computer; Assistant Professor; Dept. of Information Technology; Faculty of Industrial Engineering; K. N. Toosi University of Technology Email: h\_hamidi@kntu.ac.ir

Iranian Journal of  
**Information  
Processing and  
Management**

Received: 21, Nov. 2017 Accepted: 18, Mar. 2018

Iranian Research Institute

for Information Science and Technology  
(IranDoc)

ISSN 2251-8223

eISSN 2251-8231

Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA

Vol. 34 | No. 2 | pp. 557-584

Winter 2019



**Abstract:** Smart city has shown a new form of life development in recent years and has been proposed as an effective approach to better urban management. Conceptually, in these types of cities, the interactions between the new technologies, the new organizations and the new constructive cities of smart cities have been integrated into the social and technical system. The goal of smart city is to realize the integration of urban business, transportation, water, energy and other urban sub-systems through the integration and analysis of data collected through sensors and information and communication technology (ICTs). In this paper, a hybrid structure is proposed using cloud computing and cloud processing and Internet technology for development and management of smart cities and urban planning. In addition, an assessment of sensor development and analysis, and the purpose of building smart cities as well as supporting technologies in these types of cities have been investigated. The present study aims at defining and reviewing large data and objects of the Internet and cloud computing, and identifying existing challenges and constraints. The proposed model structure has 3 layers: the first layer has the task of collecting large data sources and producing content. The second layer is responsible for linking and enhancing sensors and managing data and data processing using the Hadoop architecture. The third layer is responsible for applications and how to use the results and

\* Corresponding Author

analytical data. The implementation of this system involves various stages of generating, collecting, integrating, classifying, processing, calculating and deciding information. Based on the information and analysis collected and the architecture of the system in question, the system uses Hadoop single-player in Ubuntu 14.04 LTS. It has been developed with 3.2 GHZ x4 processors and 4 GB of memory. Ultimately, this article has created a new way in the Internet context of objects, where data is gathered from different geographic locations using devices and sensors, and it uses a new system designed and cloud computing services in a city to analyze and cause smart decision making for smart city management and welfare of citizens.

**Keywords:** Smart City, Bigdata, Internet of Things, Cloud Computing, Architecture and Implementation of Smart City



# عوامل مؤثر بر توسعه و مدیریت شهر هوشمند با استفاده از یک رویکرد ترکیبی از فناوری‌های داده‌های بزرگ اینترنت اشیا و رایانش ابری

قدسیه فهم فام

کارشناسی ارشد؛ گروه فناوری اطلاعات؛ دانشکده  
فنی مهندسی؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب؛  
پدیداور رابط v\_fahmfam@yahoo.com

حجت‌اله حمیدی

دکتری کامپیوتر؛ استادیار؛ گروه فناوری اطلاعات؛  
دانشکده مهندسی صنایع؛ دانشگاه صنعتی  
خواجه‌نصیرالدین طوسی h\_hamidi@kntu.ac.ir



دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۳۰ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۷ مقاله برای اصلاح به مدت ۲۹ روز نزد پدیداوران بوده است.

**چکیده:** شهر هوشمند در سال‌های اخیر، شکل جدیدی از توسعه زندگی را نمایان کرده و به‌عنوان یک رویکرد مؤثر برای رسیدن به مدیریت بهتر شهری مطرح شده است. از نظر مفهومی، در این نوع شهرها اثرات متقابل بین تکنولوژی‌های نو، سازماندهی‌های جدید و سیاست‌های نوین سازنده شهرهای هوشمند به‌صورت سیستم اجتماعی و فنی مجتمع شده‌اند. هدف شهر هوشمند، تحقق بخشیدن به یکپارچگی خدمات شهری، کسب و کار، حمل و نقل، آب، انرژی و سایر زیرسیستم‌های شهری از طریق ترکیب و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از طریق سنسورها و فناوری اطلاعات و ارتباطات است. در این مقاله، یک ساختار ترکیبی با استفاده از تجزیه و تحلیل و پردازش داده توسط ابر و فناوری اینترنت اشیا برای توسعه و مدیریت شهرهای هوشمند و برنامه‌ریزی‌های شهری پیشنهاد می‌گردد. علاوه بر این، یک ارزیابی از گسترش و آنالیز حسگرها و هدف از ساخت شهر هوشمند و همچنین، تکنولوژی‌های پشتیبان در این نوع شهرها بررسی شده است. مطالعه حاضر به تعریف و بررسی اجزای داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا و رایانش ابری پرداخته، سپس چالش‌ها و محدودیت‌های موجود را شناسایی می‌کند. ساختار مدل ارائه شده دارای ۳ لایه است که در آن لایه اول وظیفه جمع‌آوری منابع داده‌های بزرگ و تولید محتوا را

فصلنامه | علمی پژوهشی  
بزهنگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران  
(ایرانداک)

شاپا (چاپی) ۲۲۰۱-۸۲۲۳

شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۰۱

نمایه در SCOPUS، ISC، LISTA و

jipm.irandoc.ac.ir

دوره ۳۴ | شماره ۲ | صص ۵۵۷-۵۸۴

زمستان ۱۳۹۷



دارد؛ لایه دوم مسئول ارتباط بین سنسورها و تقویت آن‌ها بوده و مدیریت اطلاعات و پردازش داده‌ها را با استفاده از معماری Hadoop انجام می‌دهد؛ و لایه سوم مسئول برنامه‌های کاربردی و نحوه استفاده از نتایج و داده‌های تحلیلی است. پیاده‌سازی این سیستم شامل مراحل مختلفی است که تولید، جمع‌آوری، یکپارچه‌سازی، طبقه‌بندی، پردازش، محاسبه و تصمیم‌گیری در مورد اطلاعات را در برمی‌گیرد. بر اساس اطلاعات و تحلیل‌های جمع‌آوری شده و معماری سیستم مورد نظر، این سیستم با استفاده از Hadoop تک‌نوده در Ubuntu 14.04 LTS و با پردازنده‌های 3.2 GHZ x4 و مموری چهار گیگابایت توسعه پیدا کرده است. در نهایت، در این پژوهش، داده‌ها با استفاده از دستگاه‌ها و حسگرها از موقعیت‌های جغرافیایی مختلف جمع‌آوری شده، محاسبات ابری سرویس‌های مختلف در یک شهر را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و موجبات تصمیم‌گیری هوشمند برای مدیریت شهر هوشمند و ایجاد رفاه شهروندان را فراهم می‌آورد.

**کلیدواژه‌ها:** شهر هوشمند، داده‌های بزرگ، اینترنت اشیا، محاسبات ابری، معماری و پیاده‌سازی شهر هوشمند

## ۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، رشد سریع جمعیت شهری و شهرنشینی و افزایش قابل توجه در دستگاه‌های متصل به اینترنت و حسگرها امکان زندگی در محیط‌های هوشمند را مهیا کرده است. در محیط‌های هوشمند، پدیده‌های مختلفی معرفی شده است؛ از جمله: خانه‌های هوشمند، شبکه‌های هوشمند، حمل و نقل هوشمند، سلامت هوشمند و شهرهای هوشمند (Hashema et al. 2016). بسیاری از دولت‌ها در سراسر جهان شروع به بهره‌برداری از داده‌های بزرگ جهت پشتیبانی، گسترش و پایدار کردن شهرهای هوشمند نموده‌اند. در شهر هوشمند زیرساخت لازم برای کارهایی که حکومت، محیط و مردم باید انجام دهند و همچنین، کاربردها و سرویس‌هایی از قبیل مراقبت‌های بهداشتی هوشمند، حمل و نقل هوشمند، تحصیلات هوشمند و انرژی هوشمند مشخص شده‌اند. برای فراهم کردن این کاربردها و سرویس‌ها، محاسبات زیاد و امکانات ذخیره‌سازی نیاز است. یک راه برای فراهم کردن این بستر، استفاده از اینترنت اشیا و بهره‌بردن از بسیاری از سرویس‌های محاسبات و رایانش ابری به‌منظور پشتیبانی مدیریت داده‌های بزرگ شهر هوشمند و کاربردهاست (AINuaimi et al. 2015).

ظهور الگوهای فناوری ارتباطات و اطلاعات مثل سیستم محاسبات دیتا، داده‌های

باز، سیستم‌های توزیع‌شده بزرگ‌مقیاس<sup>۱</sup>، اینترنت اشیا، محاسبات فیزیکی-اجتماعی<sup>۲</sup>، رایانش ابری برای شناخت شهرهای هوشمند ضروری است. در واقع، شهرهای هوشمند در دنیای واقعی به‌وسیله ترکیب الگوهای معماری متمرکز و غیرمتمرکز و زیرساخت‌هایی مانند میان‌افزارها و اینترنت اشیا برای پشتیبانی و توسعه برنامه‌ها و سیستم‌های اطلاعاتی ساخته می‌شوند. ایجاد برنامه‌ها و خدمات جدید در شهرهای هوشمند برای موفقیت آن‌ها حیاتی بوده و محدوده اجرایی این برنامه‌ها خدمات گسترده برای اداره شهر هوشمند با مدیریت بلادرنگ ترافیک، تفریحات و برنامه‌های توریستی است (Curry et al. 2016). شهر هوشمند منطقه بزرگی از برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیا را تشکیل می‌دهد. با این‌که یک تعریف رسمی از شهر هوشمند وجود ندارد، اما این مفهوم جدید تا حد زیادی قابل قبول است. هدف شهر هوشمند، دستیابی به یک استفاده بهتر از منابع عمومی، افزایش کیفیت خدمات ارائه‌شده به شهروندان و کاهش هزینه‌های عملیاتی و خدمات عمومی است. شهرها نقش مهمی در جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی جهان ایجاد می‌کنند و تأثیر بزرگی بر روی محیط‌زیست دارند (Mori and Christodoulou, 2012). شهرهای سراسر جهان به‌دنبال راه‌هایی هستند که بتوانند مشکل حمل‌ونقل، کاربردهای متفاوت از زمین و ارتقای کیفیت خدمات شهری را با داشتن پیامدهای اقتصادی مثبت حل کنند. برای مثال، سیستم حمل‌ونقل کارآمدتر و باکیفیت‌تر که به نیازهای اقتصادی پاسخ دهد، یک عنصر کلیدی برای رشد شهر است. بسیاری از رهیافت‌های جدید مربوط به خدمات شهری بر مبنای استفاده از فناوری‌های نو هستند؛ مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات که به ایجاد «شهر هوشمند» کمک می‌کنند. مفهوم شهر هوشمند فراتر از استفاده از فناوری در شهرهاست (Hamidi, Vafaei & Monadjemi 2009; Albino, Berardi, and Dangelico 2015) موجب افزایش نمایشی داده‌ها<sup>۳</sup> شده است، در نتیجه این حجم عظیم داده‌ها در هسته خدمات ارائه‌شده توسط اینترنت اشیا هستند. پدیده داده‌های بزرگ توسط حجم، سرعت و گوناگونی انواع داده که با نرخ روزافزون در حال ساخته شدن هستند، مشخص شده‌اند (Hashema et al. 2016).

ساختار این تحقیق به این شرح است: ابتدا در بخش مقدمه، تعاریفی کلی ذکر شده

1. open data                      2. large-scale distributed systems                      3. physical-cyber-social computing

۴. منظور این‌که زیرساخت اصلی شهرهای هوشمند داده‌ها هستند که از طریق سنسورها، موبایل‌های هوشمند، دوربین‌های کنترلی و ... به‌صورت تصاعدی ایجاد می‌شود.

است. مروری بر ادبیات در بخش ۲، آورده شده و اینترنت اشیا و داده‌های بزرگ و رایانش ابری نیز در این بخش شرح داده شده است. بخش ۳، به معرفی شهر هوشمند پرداخته است. در بخش ۴، به ارائه معماری و پیاده‌سازی مدل مبتنی بر داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا و رایانش ابری در شهر هوشمند پرداخته می‌شود. ایجاد شهر هوشمند در ابتدای دوران ظهور خود قرار دارد و با محدودیت‌های زیادی مواجه است. برای همین منظور در بخش ۵، برخی از محدودیت‌ها و چالش‌های پژوهشی به تفصیل بررسی می‌شوند. و در نهایت، بخش ۶، به نتیجه‌گیری و پیشنهادهای برای تحقیقات آتی می‌پردازد.

## ۲. مروری بر ادبیات

رشد سریع جمعیت در شهرها، وجود خدمات و زیرساخت‌های قابل قبولی را اقتضا می‌کند تا بتواند نیازهای آن شهر را برطرف سازد. شهر هوشمند می‌تواند به‌عنوان نوآوری مناطق شهری جدید در نظر گرفته شده و تغییراتی را در کنترل زیرساخت‌های فیزیکی، فناوری اطلاعات و ارتباطات<sup>۱</sup>، منابع اطلاعاتی و زیرساخت‌های اجتماعی موجب شود که خود، باعث احیای شرایط اقتصادی، اداره بهتر شهر و مدیریت زیرساخت‌هاست. گسترش داده‌های بزرگ و سیر تکاملی فناوری اینترنت اشیا نقش مهمی در به‌وجود آمدن شهرهای هوشمند بازی می‌کنند. زمانی که داده‌ها با حجم‌های بالایی در اختیار ما قرار می‌گیرند، ذخیره‌سازی محلی یا سازمانی و پردازش، دیگر گزینه‌های مناسبی نیستند و تعجبی ندارد که فناوری‌های قدیمی که بر پایگاه داده‌ها متمرکز هستند، دیگر روش مناسب و کارآمدی نباشند. برای این که بدانیم چه امری مورد نیاز و چه گزینه‌ای مناسب آن است، نگاهی به فناوری‌های مربوط به پردازش داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا و رایانش ابری کرده و سپس، نیازمندی‌ها و چالش‌های این نوع پردازش‌ها برای مدیریت شهر هوشمند را بررسی می‌کنیم. برای دستیابی به این هدف، تحقیقی جامع در مقالات انجام شد که شامل مقالات ژورنال‌ها و کنفرانس‌هاست. در نظر گرفتن حجم وسیعی از منابع جهت بررسی جامع موضوع لازم بود. جدول ۱، شامل مقالات برجسته در این تحقیق است که در آن مقالات مورد استفاده ذکر شده است.

1. information and communication technologies (ICT)

### جدول ۱. مروری بر ادبیات موضوع

عنوان مقاله	نویسندگان	نام مجله	موضوع
جهت‌گیری‌ها، چالش‌ها و بررسی واقعیت شهر هوشمند	Walravens (2014)	Telematics and Informatics	روش‌های گوناگون عملیاتی شهر هوشمند از قبیل روش‌های حدگرایانه extreme و یک روش جبرگرایانه final با هدف پاسخگویی به آن‌ها
شهرهای هوشمند: تعاریف، ابعاد، عملکرد، مشوق‌ها	Albino, Berardi (2015)	Journal of Urban Technology and Dangelico	تعاریف، ابعاد و عملکرد شهر هوشمند
کاربرد کلان داده‌ها برای شهرهای هوشمند	Springer Al Nuaimi et al. (2015)		مرور کاربردهای داده‌های بزرگ برای پشتیبانی شهرهای هوشمند
ادغام و اینترنت اشیا: مروری	Botta et al. (2015)	Future Generation Computer System	تمرکز بر یکپارچه‌سازی ابر و اینترنت اشیا و ایجاد الگوی Cloud-IOT
برنامه‌ریزی شهری و ساخت شهرهای هوشمند بر اساس IOT	Mazhar Rathore et al. (2015)	Computer Networks (Elsevier)	ارائه یک سیستم ترکیبی IOT با استفاده از تحلیل داده برای توسعه شهرهای هوشمند و برنامه‌ریزی‌های شهری برای شهر هوشمند
تکنولوژی داده‌های بزرگ و محاسبات ابری	Tian, Yong (2015)	Optimized Cloud Resource Management and Scheduling (Elsevier)	پیش‌زمینه و تعریف «داده‌های بزرگ» و رابطه چالش‌برانگیز میان پردازش ابری و داده‌های بزرگ
نقش کلان داده‌ها در شهر هوشمند	Hashema et al. (2016)	International Journal of Information Management (Elsevier)	چشم‌انداز تحلیل داده‌های بزرگ برای پشتیبانی از شهرهای هوشمند
تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا برای جوامع هوشمند متصل به هم	Sun et al. (2016)	IEEE	مفهوم جوامع هوشمند و متصل به هم را شرح می‌دهد
شهر هوشمند - ایجاد سرویس‌ها و کاربردها	Curry et al. (2016)	Journal of Internet Services and Applications	بررسی سهم طراحی و گسترش زیرساخت‌ها، خدمات و عملکرد برای شهر هوشمند
به‌سوی یک سیستم مبتنی بر اینترنت اشیا برای شهر هوشمند	Campos et al. (2016)	IEEE	ارائه یک سیستم مبتنی بر اینترنت اشیا، شهر هوشمند به نام SIGNURB
شهر هوشمند با ویژگی چینی در پس‌زمینه داده‌های بزرگ: ایده، عمل و خطر	Wu et al. (2017)	Journal of Cleaner Production (Elsevier)	راهنمایی دولت‌های محلی چین به‌منظور تسهیل برنامه‌ریزی سیستماتیک شهر هوشمند

## ۲-۱. داده‌های بزرگ

در حال حاضر، مقدار زیادی داده توسط منابع مختلف مانند تلفن‌های هوشمند، کامپیوترها، حسگرها، دوربین‌های سیستم‌های موقعیت‌یاب جهانی، سایت‌های شبکه‌های اجتماعی، معاملات تجاری و بازی‌ها تولید می‌شود. داده‌های بزرگ می‌توانند در برنامه‌های تصمیم‌گیری برای هرگونه توسعه در خدمات، منابع و مناطق شهر هوشمند یاری‌کننده باشند. تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ می‌تواند اطلاعات معنادار را از اقیانوس داده‌های تولیدشده توسط دستگاه‌های حسگر استخراج کند (Jalali, El-Khatib & McGregor, 2015). تجزیه و تحلیل مؤثر و استفاده از داده‌های بزرگ به یک عامل کلیدی برای موفقیت در بسیاری از حوزه‌های خدماتی و تجاری، به‌عنوان مثال شهر هوشمند تبدیل شده است. در ماه مارس سال ۲۰۱۲، رئیس‌جمهور «اوباما» گسترش ابتکار عمل و تحقیق و توسعه داده‌های بزرگ را به رسمیت اعلام نمود (Li, Cao & Yao 2015). داده‌های بزرگ از ۴ ویژگی مهم برخوردارند: حجم و اندازه، سرعت، تنوع<sup>۳</sup> و مقدار<sup>۴</sup> که با 4V به آن‌ها اشاره می‌شود و حاکی از حجم بسیار بالای داده‌ای، سرعت پردازشی بالا، و انواع متنوع داده‌ای است (Tian & Zhao 2015). کاربرد فناوری داده‌های بزرگ در شهر هوشمند، شامل ذخیره‌سازی و پردازش بلادرنگ داده‌ها برای تولید اطلاعاتی که خدمات مختلف شهر هوشمند را افزایش دهد، امکان‌پذیر می‌شود. جدول ۲، خلاصه‌ای از کاربردهای مختلف استفاده از داده‌های بزرگ در شهر هوشمند را نشان می‌دهد (Hashema et al., 2016).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
رتال جامع علوم انسانی



جدول ۲. خلاصه کاربردهای مختلف استفاده از داده‌های بزرگ در شهر هوشمند

کاربرد	استفاده خاص	اینترنت اشیا	فناوری‌های ارتباطی ممکن	مزایا	محدودیت‌ها
بهداشت و درمان هوشمند	نظارت بر سلامتی	حسگرها، دستگاه‌های پوشیدنی هوشمند	Bluetooth Zigbee	تشخیص سریع بیماری	عدم دقت
حمل و نقل هوشمند	مدیریت مسیریابی کارا	اتومبیل‌های هوشمند، دوربین‌ها، کارت‌های RFID	RFID 4G 5G	◇ مدیریت ترافیک خودکار ◇ مدیریت حوادث کارآمد مسیر	عدم اتصال شبکه می‌تواند باعث حوادث جدی شود
دولت هوشمند	ایجاد سیاست‌های هوشمند با هدف مدیریت شهروندان	تلفن‌های هوشمند، دوربین‌ها، حسگرها	WiFi, LTE, LTE-A, WiMax, Bluetooth, LoRaWAN	◇ ازدحام کمتر ◇ آگاهی در مورد نیازهای شهروندان	- جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها دشوار به نظر می‌رسد - سیاست شفاف
شبکه هوشمند	مدیریت عرضه توان	کنتورهای هوشمند، قرائت‌کنندگان هوشمند	WiFi, Zigbee, Z-Wave	◇ سیاست شفاف ◇ تأمین کارآمد توان	- هزینه‌بر - مدیریت سخت
خانه هوشمند	مدیریت انرژی	حسگرها	WiFi, Bluetooth, 5G, 4G	◇ بهینه‌سازی مصرف انرژی ◇ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای	جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها دشوار به نظر می‌رسد

## ۲-۲. اینترنت اشیا

اینترنت اشیا یک الگوی جدید تکنولوژی بوده و به‌عنوان شبکه‌ای جهانی از ماشین‌ها

و دستگاه‌هایی است که توانایی تعامل با یکدیگر را دارند. اینترنت اشیا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محورهای تکنولوژی آینده شناخته شده و توجه قابل ملاحظه‌ای از صنعت را به خود اختصاص داده است. البته، این تکنولوژی جدید به چند تکنولوژی ضروری نیاز دارد و با چالش‌هایی نیز مواجه است (Parei & Hamidi 2017). اینترنت اشیا یک اتصال از طریق اینترنت برای اشیا توسط سنسورها و فعال‌کننده‌ها و ارتباط تکنولوژی‌ها به دنیای فیزیکی است (Gubbi et al. 2013). اینترنت اشیا به یک شبکه گسترده جهانی از اشیا متصل به هم و دارای آدرس‌های منحصر به فرد مبتنی بر پروتکل‌های ارتباطی استاندارد اشاره می‌کند که نقطه همگرایی آن‌ها اینترنت است. این اشیا به‌عنوان حسگرها عمل می‌کنند و می‌توانند جهت رسیدن به یک هدف مشترک با یکدیگر تعامل داشته باشند. بدون شک اصلی‌ترین ویژگی اینترنت اشیا تأثیرگذاری آن بر زندگی روزمره کاربران بالقوه است. اینترنت اشیا تأثیرات قابل توجهی بر سناریوهای کاری و خانگی دارد، جایی که می‌تواند نقش مهمی در آینده نزدیک در زمینه‌های کمک به زندگی افراد، سلامت الکترونیکی، حمل و نقل هوشمند و غیره ایفا کند. اینترنت اشیا همچنین، پیامدهای مهمی در حوزه کسب و کار (لجستیک، اتوماسیون صنعتی، حمل و نقل کالاها، ایمنی و غیره) دارد. به همین دلیل، شورای ملی اطلاعات در سال ۲۰۰۸، اینترنت اشیا را به‌عنوان یکی از شش فناوری دارای پتانسیل تأثیرگذاری بر منافع «ایالات متحده» تا سال ۲۰۲۵ معرفی نموده است (همان). در واقع، تعداد دستگاه‌های متصل به هم در سال ۲۰۱۱ از تعداد افراد پیشی گرفت (همان). در سال ۲۰۱۲، تعداد دستگاه‌های متصل به هم به ۹ میلیارد رسید و انتظار می‌رود که این تعداد تا سال ۲۰۲۰ به ۲۴ میلیارد برسد. چنین ارقامی بیانگر آن است که اینترنت اشیا یکی از منابع اصلی داده‌های بزرگ خواهد بود. اینترنت اشیا شامل اشیا کوچکی دنیای واقعی است که شامل ذخیره‌سازی و ظرفیت پردازشی محدود است و موجب یک‌سری نگرانی‌ها درباره میزان کارایی، امنیت و حریم خصوصی در میان مردم شده است. در بخش زیر، برخی از مهم‌ترین جوانب اینترنت اشیا توصیف شده است (همان).

## ۲-۳. رایانش ابری

رایانش ابری برای توصیف انواع مختلف مدل‌های محاسباتی که کامپیوترهای زیاد یا خوشه‌های متصل شده از طریق شبکه ارتباطی بلادرنگ<sup>۱</sup> را درگیر می‌کند، به کار

1. real-time

می‌رود. علاوه بر این، محاسبات ابری می‌تواند برای محاسبات نرم‌افزاری دستگاه‌های نظارتی، دستگاه‌های ذخیره‌سازی، ابزارهای تحلیل پلتفرم‌های بصری‌سازی و تحویل مشتری را ادغام کنند و زیرساخت‌های مجازی فراهم کند (Chang, Wills & Roue 2010; Chang, Walters & Wills 2013). محاسبات ابری همچنین، می‌تواند یک موتور اصلی از طریق فناوری داده‌های بزرگ مانند چارچوب «هدوپ»<sup>۱</sup> ارائه کند. «هدوپ» برای ارائه مدل‌های برنامه‌نویسی و پلتفرم برای پردازش توزیع‌شده مجموعه داده‌های بزرگ در سرتاسر خوشه‌های متفاوت معرفی شد. «هدوپ» شامل دو جز اصلی است: سیستم فایل توزیع‌شده «هدوپ» و «مپ‌ردیوس»<sup>۲</sup> که بسیار به یکدیگر مرتبط هستند. «هدوپ» برای نیازمندی‌های بلادرنگ ذخیره‌سازی داده‌ها و پردازش در شهر هوشمند راهکارهایی را در نظر گرفته است که پذیرش معماری جریان اطلاعات، ارتباط کارا و بدون نشت بین دستگاه‌های حسگر درون شبکه شهر هوشمند را تضمین می‌کند. این فناوری به‌تازگی با معرفی پلتفرم‌های پردازش جریان مانند «آپاچی S4»<sup>۳</sup>، «استورم»<sup>۴</sup> و «اسپارک»<sup>۵</sup> اتخاذ شده است که می‌تواند ذخیره‌سازی و پردازش داده در سرتاسر گره‌های مختلف متصل را امکان‌پذیر سازد (Hashema et al. 2016).

**انواع ابرها:** ابرها دارای انواع مختلفی هستند (Zhang, Cheng & Boutaba 2010; Mell 2009) و عبارت‌اند از: (۱) ابر خصوصی که برای استفاده انحصاری یک سازمان بوده و معمولاً تحت تملک و مدیریت آن سازمان است؛ (۲) ابر جامعه که مورد استفاده یک جامعه خاص از مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد و دارای ملاحظات مشترکی است؛ (۳) ابر عمومی که برای استفاده عموم است؛ (۴) ابر ترکیبی (هیبریدی) که از یک یا چند زیرساخت ابری مجزا (خصوصی، جامعه یا عمومی) تشکیل شده است؛ (۵) ابر خصوصی مجازی که جایگزینی برای حل مشکلات مربوط به آدرس‌دهی مربوط به ابرهای عمومی و خصوصی به شمار

۱. Hadoop دربردارنده تعدادی از سرویس‌های (جمع‌آوری، ذخیره، تجزیه و تحلیل، نگه‌داری) کار با داده در درون خود است. در واقع، همه محاسبات، پردازش‌ها و تولید نتیجه‌ها در سیستم «هدوپ» انجام می‌شود.  
۲. MapReduce یک مدل برنامه‌نویسی قدرتمند برای پردازش توزیع‌شده و موازی داده‌های بزرگ روی خوشه‌ها فراهم می‌کند.

3. Apache S4

4. Storm

۵. Spark یک چارچوب پردازش متن باز است که برای پردازش حجم عظیمی از داده‌ها و ارزیابی به کار می‌رود.

می‌رود و با استفاده از فناوری‌های مربوط به شبکه خصوصی مجازی (VPN)<sup>۱</sup> صاحبان کسب و کار را قادر می‌سازد که تنظیمات مورد نیاز شبکه از قبیل امنیت و توپولوژی و غیره را انجام دهند (Botta et al. 2015). معماری لایه‌ای و مدل‌های خدماتی استاندارد و مزایای ابر به اختصار در شکل ۱، نشان داده شده است.



شکل ۱. معماری لایه‌ای و مدل‌های خدماتی استاندارد و مزایای ابر

### ۳. شهر هوشمند

شهرها نقش مهمی در جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی جهان ما داشته و تأثیر بزرگی بر روی محیط زیست دارند. شهرهای سراسر جهان به دنبال راه‌هایی هستند که بتوانند مشکل حمل و نقل را حل کنند. سیستم حمل و نقل کارآمدتر و باکیفیت‌تر که به نیازهای اقتصادی پاسخ دهند، یک عنصر کلیدی برای رشد شهر است. بسیاری از رهیافت‌های جدید مربوط به خدمات شهری بر مبنای استفاده از فناوری هستند؛ مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات که به ایجاد «شهر هوشمند» کمک می‌کند. مفهوم شهر هوشمند فراتر از استفاده از فناوری در شهرهاست (Albino, Berardi and Dangelico 2015).

در این پژوهش تلاش شده است با ارائه یک معماری برای شهر هوشمند به دانش

1. Virtual Private Network (VPN)

جدیدی در مورد شهر هوشمند دست پیدا کرده، ابعاد مختلف آن را شناسایی و مدلی برای مدیریت برنامه‌ریزی شهر هوشمند پیاده‌سازی کنیم. تعاریف زیادی از شهر هوشمند وجود دارد. اغلب با جایگزین کردن «هوشمند» با اصطلاحات و صفات دیگر دامنه‌ای از مفاهیم متنوع به دست می‌آید؛ مانند باهوش یا دیجیتال. برچسب شهر هوشمند مفهوم فازی است. شهر هوشمند باید تمرکز زیادی بر حکومت داشته باشد و در نتیجه، وابستگی به توسعه شهری مشخص می‌شود. چه بسا، «شهر هوشمند» در سال‌های اولیه پدیده‌ای شهری بود تا فنی (Hollands 2008).

در یکی از مستندات شرکت IBM ابراز شده است که شهر هوشمند «شهری مجهز به ابزار، متصل و باهوش» است. مجهز بودن، به توانایی ثبت و یکپارچه کردن داده‌های جهان واقعی از طریق استفاده از سنسورها، تجهیزات و لوازم شخصی وابسته است. «متصل بودن» به معنای یکپارچه کردن داده‌ها با زیرساخت پردازشی است که اجازه مبادله چنین اطلاعاتی را در شهرهای مختلف می‌دهد. جدول ۳، برخی از تعاریف مختلف مربوط به «شهر هوشمند» را نشان می‌دهد. چه بسا، این جدول به نیازهای مردم و جامعه بهتر نگاه می‌کند. «بتی» و همکاران بر این جنبه از فناوری اطلاعات و ارتباطات تأکید داشته‌اند که نحوه عملکرد هر زیرسیستم را ارتقاء داده و هدف نهایی ارتقای کیفیت زندگی است (Batty et al. 2015). از دیدگاه فنی، شهر هوشمند، شهری است که فناوری اطلاعات و ارتباطات در آن حضور زیادی دارد و در زیرساخت‌ها و خدمات مهم آن به کار رفته است (Albino, Berardi and Dangelico 2015).

### جدول ۳. تعاریف شهر هوشمند

منبع	تعاریف
Barrionuevo, Berrone & Ricart (2012)	شهر هوشمند بودن به معنای استفاده از همه منابع و فناوری‌های موجود در حالتی هماهنگ و هوشمند است. به این طریق می‌توان مراکز شهری را به گونه‌ای توسعه داد که تجدیدپذیر و یکپارچه باشند.
Caragliu, Del Bo, and Nijkamp (2011)	شهر زمانی هوشمند می‌شود که در زمینه نیروی انسانی و اجتماعی (حمل و نقل) و فناوری (ICT) سرمایه‌گذاری انجام شود، اقتصاد دارای رشد باشد، کیفیت زندگی بالا باشد و مدیریت منابع طبیعی به درستی صورت پذیرد.

منبع	تعاریف
Cretu (2012)	دو جنبه اصلی در پژوهش‌ها وجود دارد: (۱) شهرهای هوشمند باید هر کاری را برای اقتصاد و حکومت با استفاده از پارادایم‌های فکری جدید انجام دهند. (۲) شهرهای هوشمند درباره شبکه‌ای از سنسورها، تجهیزات هوشمند، داده‌های بی‌درنگ و یکپارچه ICT در هر جنبه‌ای از زندگی مردم است.
Gartner (2014)	یک شهر هوشمند مبتنی بر تبادل هوشمندانه اطلاعات است که بین زیرسیستم‌های متعددش جریان دارد. گردش اطلاعات تبدیل به خدمات تجاری شهروندان می‌شود. شهر بر مبنای این اطلاعات عمل خواهد کرد تا اکوسیستم مؤثرتر و تجدیدپذیر داشته باشد.
Guan (2012)	یک شهر هوشمند شهری است که شرایط شادتر و سالم‌تری را برای افراد جامعه فراهم می‌آورد؛ آن هم در شرایطی چالش‌برانگیز که مسائل اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و جهانی را همراه دارد.
Komninou (2011)	شهرهای هوشمند ظرفیت بالایی برای یادگیری و نوآوری دارند که همراه است با خلاقیت در مردم، مؤسسات دانش‌بنیان و زیرساخت‌های دیجیتالی برای ارتباطات و مدیریت دانش.
Kourtiti and Nijkamp (2012)	شهرهای هوشمند نتیجه راهبردهای خلاقانه و مبتنی بر دانش است که هدف از آن‌ها بهبود عملکرد شهرها از جنبه‌های استراتژی، زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی است. چنین شهرهایی ترکیبی از سرمایه انسانی، اجتماعی و کارآفرینی هستند.
Kourtiti and Nijkamp (2012)	شهرهای هوشمند بهره‌وری بالایی دارند، زیرا آن‌ها ترکیبی از افراد تحصیل کرده، شغل‌های مبتنی بر دانش، سیستم‌های برنامه‌ریزی و فعالیت‌های خلاقانه هستند.
Nam and Pardo (2011)	شهر هوشمند اطلاعات را به زیرساخت فیزیکی تبدیل می‌کند تا سیار بودن را تسهیل کند، کارآمدی را افزایش دهد، باعث صرفه‌جویی انرژی شود، و کیفیت آب‌وهوا بهبود یابد. سبب می‌شود مشکلات، شناسایی و سریع‌تر حل شود، اطلاعات برای تصمیم‌های بهتر جمع‌آوری شود، از منابع استفاده بهتری شود و داده‌ها برای مشارکت و همکاری گردآوری شود.
Thite (2011)	هدف از شهر هوشمند ایجاد اقتصادی خلاق از طریق سرمایه‌گذاری بر کیفیت زندگی و جذب کارگران اطلاعاتی است.
Marsal-Llacuna, Colomer-Llina and Melendez-Frigola (2014)	شهرهای هوشمند تلاش دارند عملکرد شهری را با استفاده از داده، اطلاعات و فناوری اطلاعاتی ارتقا دهند تا خدمات مؤثرتری را به شهروندان ارائه داده، زیرساخت‌های موجود را اداره و بهینه کرده و مشارکت بین نقش‌آفرینان مختلف را افزایش داده و مدل‌های کسب و کارهای نوآورانه را در بخش خصوصی و عمومی گسترش دهند.

شهر هوشمند اخیراً به عنوان یک روش مؤثر برای رسیدن به مدیریت بهتر شهری مطرح شده است. هدف شهر هوشمند برای تحقق بخشیدن به یکپارچگی خدمات شهری، کسب و کار، حمل و نقل، آب، انرژی و سایر زیرسیستم‌های شهری از طریق ترکیب نزدیک ذهن انسان و فناوری اطلاعات و ارتباطات است. اصطلاح شهر هوشمند نقطه مشترک جامعه اطلاعاتی و شهر دیجیتالی است. شهرهای هوشمند تلاش می‌کنند تا با استفاده

از فناوری‌های اطلاعاتی، زندگی و کار کردن را دگرگون کنند. مردم، قهرمانان یک شهر هوشمند هستند که آن را از طریق تعاملات همیشگی شکل می‌دهند. به همین دلیل، اصطلاحاتی دیگر اغلب با مفهوم شهر هوشمند مرتبط هستند؛ برای مثال، خلاقیت محرک اصلی یک شهر هوشمند است و در نتیجه، آموزش، یادگیری و دانش مؤلفه‌های اصلی شهر هوشمند هستند (Alawadhi et al.2012; Albino, Berardi and Dangelico 2015). شهر هوشمند مرکز آموزش عالی، اشخاص تحصیل کرده‌تر و نیروی کار ماهرتر است. شهرهای هوشمند مانند آهنبایبی برای افراد خلاق است و آن‌ها را هوشمندتر می‌کند. در نتیجه، شهر هوشمند فرصت‌های زیادی را برای افراد جامعه فراهم می‌آورد. بیشترین نرخ رشد، متعلق به شهرهایی است که سهم بالایی از نیروی کار تحصیل کرده در آن وجود داشته باشد. مفهوم باهوش، ماهر، هوشمند، خلاق، متصل و رقابتی بودن تبدیل به جزء اصلی توسعه شهری شده است. در چند سال گذشته منابع زیادی در این باره منتشر شده است. توسعه محیط‌های شهری مبتنی بر دانش با پیشرفت‌های حاصل در زمینه فناوری‌های ابری مربوط به سیستم‌های مانیتورینگ شهری تسهیل شده است (Hancke, Silva and Hanck 2014). چهار مؤلفه شهر هوشمند عبارت است از: صنعت<sup>۲</sup>، آموزش<sup>۳</sup>، مشارکت<sup>۴</sup> و زیرساخت<sup>۵</sup> فنی. البته، «دانشگاه وین» آن را به شش مورد توسعه می‌دهد: اقتصاد هوشمند، سیار بودن هوشمند، محیط هوشمند، مردم هوشمند، زندگی هوشمند و حکومت هوشمند است (Parei & Hamidi 2017). از دیدگاهی دیگر، مؤلفه‌های کلیدی شهر هوشمند عبارت‌اند از: فناوری، مردم (خلاقیت، تنوع و آموزش) و مؤسسات (دولت و سیاست). بنابراین، یک شهر زمانی هوشمند می‌شود که سرمایه‌گذاری بر روی سرمایه انسانی و اجتماعی همراه با زیرساخت ICT به رشد تجدیدپذیری و بهبود کیفیت زندگی منجر شود (Dijkman et al. 2015).

#### ۴. معماری و پیاده‌سازی مدل برای شهر هوشمند با و به‌کارگیری BigData و Cloud و IoT

همان‌طور که پیش‌تر توضیح داده شد، شهرهای هوشمند با استفاده از تکنولوژی‌های دیجیتال، هوشمندتر خواهند شد. شهرهای هوشمند به وسایل الکترونیکی و برنامه‌های

1. monitoring systems

2. industry

3. education

4. taking part

5. infrastructure

کاربرد هوشمند تجهیز می‌شوند؛ از آن جمله، دوربین‌های مستقر در خیابان برای سیستم‌های نظارتی، سنسورهای سیستم‌های حمل‌ونقل و غیره. همچنین، ابتکاراتی وجود دارند که از عناصر استفاده می‌کنند تا سرویس‌های ارزشمندی مانند نمای خیابانی گوگل، سیستم موقعیت‌یابی جهانی<sup>۱</sup> و غیره را راه‌اندازی کنند.

این یک واقعیت است که برنامه‌های کاربردی توسعه برنامه‌ریزی شهری می‌توانند از قابلیت‌های IoT یک شهر هوشمند، که بر مناطق محلی هم تأثیرگذار است، سود ببرند. این تأثیرات شامل سلامتی، امنیت و سیستم‌های حمل‌ونقل و پویایی و آلودگی نیز می‌شود. در این شهرها پروژه‌های مختلف مربوط به نظارت بر دوچرخه‌سوار، اتومبیل، پارکینگ عمومی و غیره در نظر گرفته شده‌اند که از سنسورها برای جمع‌آوری مجموعه داده‌ها استفاده می‌کنند. ظاهراً، دامنه خدمات دیگری از برنامه‌های کاربردی تعریف شده است که با بهره‌گیری از زیرساخت اینترنت اشیا در عملیات آب‌وهوا، سروصدا، آلودگی، ترافیک و نظارت سیستم در شهرها، باعث ایجاد زیرساخت‌های شهر هوشمند می‌شوند. داده‌های بزرگ برای تجزیه و تحلیل جنبه‌های مختلف شهر هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرند و با استفاده از اطلاعات به دست آمده از گذشته، برای بهبود شهرها به کار می‌رود. بنابراین، راه حلی که در نظر گرفته شده تا در شهر هوشمند به کار گرفته شود، با چارچوب «هدوپ» و «اسپارک» پیاده‌سازی و تست شده است تا بتواند تأثیرات تصمیم‌گیری آنلاین در شهر هوشمند را مد نظر قرار دهد. علاوه بر آن «هدوپ» و «مپ‌ردیوس» برای حجم زیادی از اطلاعات و برنامه‌ریزی شهری و پیشرفت‌های آینده مورد استفاده قرار می‌گیرند (Mazhar Rathore et al. 2015).

بر اساس نیازهای شهر هوشمند و برنامه‌ریزی شهری، معماری در ۳ سطح در نظر گرفته شده است که داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا را با استفاده از رایانش ابری برای ایجاد شهرهای هوشمند تحلیل می‌کند. معماری کامل در شکل ۲، نمایش داده شده است. لایه اول بخش داده، لایه دوم بخش دیجیتال‌سازی و لایه سوم سطح هوش است که عملکرد هر سطح به شرح زیر است:

لایه زیرین: این لایه که می‌توان از آن به عنوان بخش داده نام برد، وظیفه ایجاد دیتا از داده‌های بزرگ را بر عهده دارد و اطلاعات را جمع‌آوری و جمع‌بندی می‌کند. تا زمانی

1. GPS: Global Positioning System



که تعداد زیادی از سنسورها در تولید دیتا همکاری می‌کنند، تعداد زیادی داده‌های ناهمگون با فرمت و اندازه‌های متفاوت تولید می‌شود. بنابراین، تکنیک‌های ثبت و فیلتر در این لایه به کار می‌رود تا اطلاعات غیرضروری مانند دیتاهای تکراری را فیلتر کند. آنگاه، داده‌ها را از سنسورها دریافت و از طریق تکنولوژی ZigBee به نودها می‌فرستد و با استفاده از اینترنت و تکنولوژی‌های مختلف برقراری ارتباط را میسر می‌سازد؛ مثال‌هایی از این تکنیک‌ها عبارت‌اند از: WIFI و WIMAX و LTE و 4G و 5G.

**لایه میانی:** این لایه، لایه اصلی سیستم تحلیلی است که مسئولیت تجزیه و تحلیل و پردازش اطلاعات را بر عهده دارد. اطلاعات و داده‌ها پس از جمع‌آوری از IoT و اینترنت به ابر منتقل می‌شود. از آنجا که به تحلیل و تجزیه زمان واقعی برای سیستم‌های هوشمند نیاز است، از سیستم فایل توزیع‌شده «هدوپ»<sup>۱</sup> استفاده شده و سیستم واقعی مورد نظر پیاده‌سازی شده است. سیستم «هدوپ» دارای فایل ذخیره‌سازی HDFS است که اطلاعات را به بخش‌های مساوی تقسیم کرده و آن‌ها در نودهای مختلفی به صورت جداگانه ذخیره می‌کند و سپس، با استفاده از سیستم «مپ‌ردیوس»<sup>۲</sup> یک سری پردازش‌های موازی روی این بخش‌ها انجام می‌شود. در نهایت، تصمیم‌گیری بر اساس نتایج تولیدشده توسط این سیستم انجام می‌شود. روند تصمیم‌گیری به این شکل است که از ماشین‌های یادگیری، الگوهای تشخیص، محاسبات و مدل‌های تصمیم‌گیری استفاده می‌کند. برای یک پیاده‌سازی بلادرنگ می‌توان از «استورم» و «اسپارک» استفاده کرد. در لایه بالایی «هدوپ»<sup>۳</sup> ساختار مشابه «مپ‌ردیوس» و HDFS مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از این سیستم می‌توان از Hive<sup>۴</sup>، HBase<sup>۵</sup> و SQL برای مدیریت پایگاه داده و ذخیره اطلاعات استفاده نمود. (برای برنامه‌ریزی شهری تا زمانی که نتایج بلادرنگ اهمیتی نداشته باشد، از «هدوپ» با برنامه‌نویسی «هدوپ» استفاده می‌شود). ابر یک مدل استفاده مبتنی بر تقاضاست که

1. node

۲. Hadoop در بردارنده تعدادی از سرویس‌های (جمع‌آوری، ذخیره، تجزیه و تحلیل، نگه‌داری) کار با داده در درون خود است. در واقع، همه محاسبات، پردازش‌ها و تولید نتیجه‌ها در سیستم Hadoop انجام می‌شود.

3. Hadoop Distributed File System

۴. Hive یک انبار داده در اکوسیستم «هدوپ» است که مسئولیت خواندن، نوشتن و مدیریت داده‌های بزرگ در یک محیط توزیع‌شده را با استفاده از واسطی مانند SQL بر عهده دارد.

۵. Hbase پایگاه داده‌ای توزیع‌شده، غیررابطه‌ای، متن‌باز و یکی از انواع پایگاه داده‌های NOSQL محسوب می‌شود که برای زیرساخت خود از HDFS استفاده می‌کند و قابلیت‌هایی نظیر BigTable را فراهم می‌آورد.

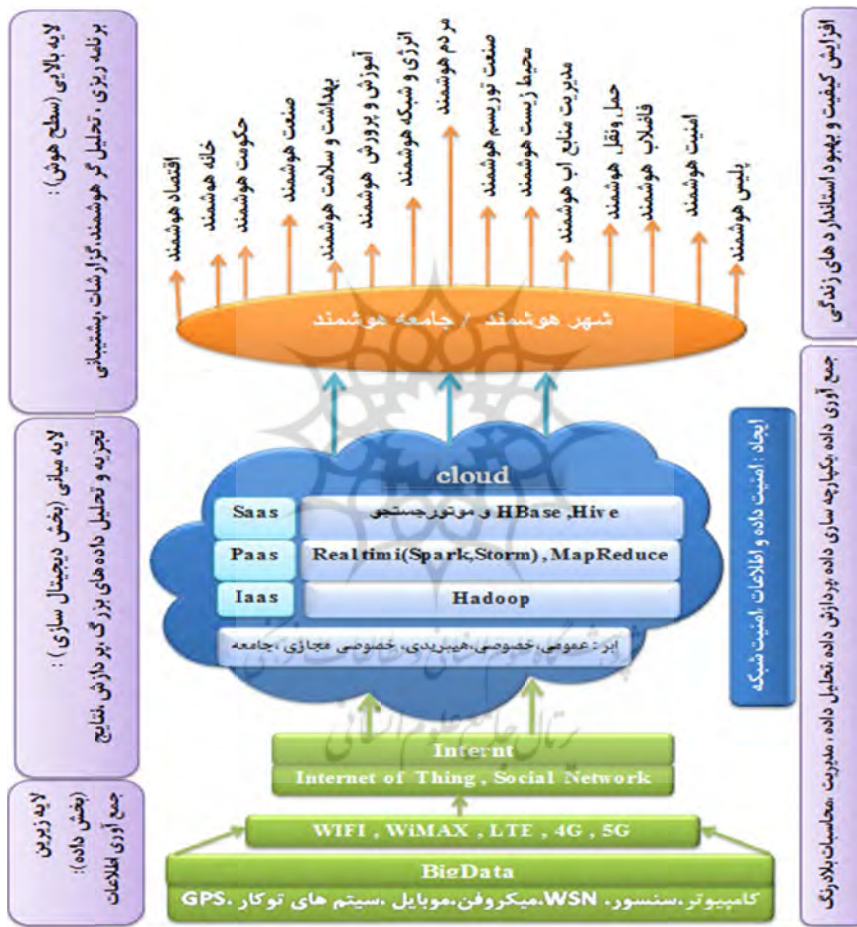
توان پردازشی نامحدودی را به‌طور مجازی ارائه می‌کند. نیازهای پردازشی اینترنت اشیا جهت انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها، محاسبات بلادرنگ و پیاده‌سازی برنامه‌های کاربردی مقیاس پذیر، با امنیت، مبتنی بر حسگر برای مدیریت رویدادها و اتفاقی‌های غیرمترقبه و پیچیده و برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی برآورده می‌شوند. استفاده از فناوری ابر سبب می‌شود که با بهبود امنیت داده‌ها و خدمات موجود، بر چالش‌های رایج نظیر امنیت، حفظ حریم خصوصی و قابلیت اطمینان بودن داده‌ها غلبه شود. به لطف مدیریت مؤثر داده‌های حسگرها، می‌توان خدمات کمکی را به‌صورت بلادرنگ به افراد، مراکز، سازمان‌ها و دولت و غیره ارائه کرد تا به بهبود مدیریت برنامه‌ریزی شهری کمک شود.

**لایه بالایی:** در نهایت، پس از جمع‌آوری اطلاعات از داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا و بعد از پردازش و تجزیه و تحلیل اطلاعات، یکپارچه‌سازی و امنیت، داده‌های آماده‌شده در سطح هوش قرار می‌گیرند تا تصمیم‌گیری بر اساس نتایج تولیدشده توسط این سیستم انجام شود. روند تصمیم‌گیری به این شکل است که از ماشین‌های یادگیری، الگوهای تشخیص، محاسبات و مدل‌های تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. این لایه مربوط به خدمات نرم‌افزاری است که در آن افراد، سازمان‌ها و مراکز مستقیماً با یکدیگر به‌صورت مجازی برای برنامه‌ریزی، تحلیل و تصمیم‌گیری هوشمند تعامل دارند و با استفاده از گزارش‌گیری از اطلاعات به‌دست‌آمده از سطح‌های قبلی با هم به اهدافی نظیر مدیریت منابع آب هوشمند، فاضلاب هوشمند، امنیت هوشمند، صنعت توریسم هوشمند، خانه هوشمند، آموزش و پرورش هوشمند و غیره دست پیدا کنند. این روند سبب افزایش کیفیت و بهبود استانداردهای زندگی بشر می‌شود. بر اساس اطلاعات و تحلیل‌های جمع‌آوری‌شده و معماری سیستم مورد نظر، سیستم با استفاده از «هدوپ» تک‌نوده در Ubuntu 14.04 LTS و با پردازنده‌های 3.2 GHZ x4 و مموری ۴ گیگابایت توسعه پیدا می‌کند. برای ترافیک‌های بلادرنگ، بسته‌های PCAP<sup>۱</sup> با استفاده از کتابخانه «وایرشارک»<sup>۲</sup> تولید شده و دوباره از طریق سایر سیستم‌ها به سیستم‌های توسعه‌داده‌شده فرستاده شده است. کتابخانه‌های Hadoop-pcap-lib و Hadoop-pcap-serde و Hadoop-pcap Input برای پردازش پکت‌های شبکه و ایجاد فایل‌ی که توسط «هدوپ» قابل پردازش باشد (فایل‌های متوالی) و جمع‌آوری و گردهمایی واحدها مورد استفاده قرار می‌گیرد تا «اسپارک» بتواند آن‌ها را پردازش کند.

1. packet capture

2. Wireshark

سیستم با دو ماژول اصلی پیاده‌سازی شده است. این ماژول‌ها خودشان برای عملکردهای متفاوت شهر هوشمند و برنامه‌ریزی شهری، دارای ماژول‌های فرعی هستند. برنامه‌نویسی «مپ‌ردیوس» نیز استفاده شده است تا تحلیل‌های آفلاین برای برنامه‌ریزی شهری انجام شود. مجموع داده‌ها که در این بخش به آن اشاره شد، برای ارزیابی سیستم به صورت کارآمد مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۲. معماری و پیاده‌سازی شهر هوشمند بر مبنای Cloud و Bigdata و IoT

به‌طور مثال، اطلاعات ترافیکی وسایل نقلیه، مهم‌ترین منبع اطلاعاتی شهر هوشمند است. از طریق چنین منبع داده‌ای که به صورت آنلاین و لحظه‌به‌لحظه ارائه و تحلیل

می‌شود، شهروندان و دولت می‌توانند استفاده‌های فراوانی بکنند. شهروندان می‌توانند اطلاعات مقصد مورد نظرشان را بر اساس حجم ترافیک و میانگین سرعت وسایل نقلیه به‌دست آورند. ترافیک در شهرها متفاوت است. این امر باعث می‌شود مصرف سوخت و به‌تبع آن آلودگی کاهش پیدا کند. همچنین، دولت نیز می‌تواند اطلاعاتی راجع به انسداد جاده‌ها، تصادفات و سایر چیزها به‌دست آورد و عملکرد لازم را برای مدیریت ترافیک انجام دهد. در سیستم شهرهای هوشمند، اطلاعات ترافیکی از طریق <sup>۱</sup>grps، سنسورهای وسیله نقلیه (مانند سنسورهایی که در قسمت جلوی ماشین تعبیه شده) به‌دست می‌آید. با این کار می‌توان موقعیت مکانی هر وسیله نقلیه، تعداد وسایل نقلیه حاضر بین دو سنسور مستقر در دو نقطه از شهر را به‌دست آورد. در این صورت، اگر تصادفی رخ دهد و قسمت جلویی ماشین صدمه ببیند، سنسور به پلیس، مسئول ترافیک، و بیمارستان پیغام می‌فرستد.

## ۵. محدودیت‌ها و چالش‌ها

عصر داده‌های بزرگ در شهر هوشمند فرصت‌های زیادی را برای ایجاد ارزش‌های جدید آشکار کرده است (Lohr 2012). حرکت پیشرو در چنین پیشرفت‌هایی با محدودیت و چالش‌های زیادی همراه است که بسیاری از آن‌ها چند بعدی بوده و آن‌ها را می‌توان از منظر چندرشته‌ای<sup>۲</sup> بودن نشان داد. در این بخش برخی از محدودیت‌های کلیدی نشان داده شده است. بحث ما در مورد چالش‌ها به دو بخش تقسیم می‌شود. در بخش اول، چالش‌ها از منظر تجاری (برنامه‌ریزی، پایداری، مدیریت منبع بازارها و مشتریان، هزینه دستیابی به شهر هوشمند، یکپارچه‌سازی محاسبات ابری) نشان داده شده است؛ و در بخش دوم، چالش‌ها از منظر فناوری (حریم خصوصی، ادغام داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها) مشخص شده است (Hashema et al. 2016). تمام چالش‌های ذکر شده و روش‌های رفع محدودیت در جدول شماره ۴، توضیح داده شده است که پرداختن به راه‌حل‌های آن‌ها می‌تواند موضوع تحقیقات آتی باشد.

1. General Packet Radio Service

2. multidisciplinary

#### جدول شماره ۴. انواع محدودیت‌ها، چالش‌ها و روش‌های رفع آن‌ها

منبع	روش حل محدودیت	محدودیت	نوع چالش
Bsi (2016) Anthopoulos and Vakali (2012)	اکثر اطلاعاتی که باید نشان داده روش‌های کنترل داده‌های بزرگ چالش اصلی است که برنامه‌ریزان شهر هوشمند با آن مواجه‌اند. بالقوة آینده است.	ایجاد یک طرح یکپارچه و روش‌های کنترل داده‌های بزرگ چالش اصلی است که برنامه‌ریزان شهر هوشمند با آن مواجه‌اند.	برنامه‌ریزی
Kyriazis et al. (2013)	ذی‌نفعان می‌توانند به‌صورت پایدار از فناوری‌ها استفاده و به پتانسیل بزرگ چالش جدیدی را ایجاد کامل خود برسند. یک شهر هوشمند مناسب می‌تواند از قدرت اینترنت اشیا و داده‌های بزرگ برای بهبود خدماتش استفاده کند.	تعامل و ارتباط بلادرننگ با فناوری‌های اینترنت اشیا، داده‌های بزرگ چالش جدیدی را ایجاد کامل خود برسند. یک شهر هوشمند مناسب می‌تواند از قدرت اینترنت اشیا و داده‌های بزرگ برای بهبود خدماتش استفاده کند.	ارتباط و پایداری
Bughin, Chui & Manyika (2010)	فناوری‌های جدید می‌توانند دسترسی سازمان را گسترش داده و تصمیمات مدیریتی را بهبود بخشند و توسعه محصولات و خدمات جدید را سرعت دهند. برای مثال، بسیاری از برنامه‌های رسانه‌های اجتماعی می‌توانند به‌صورت روزانه توسط مشتریان مورد استفاده قرار گیرند.	تنوع زیاد دستگاه‌ها و برنامه‌های شهر هوشمند استفاده‌شده در یک شهر مشکلاتی را برای کسب‌وکارها ممنوع‌الذکر را ایجاد می‌کند. بازار و مشتری ایجاد می‌کند.	مدیریت منبع بازارها و مشتریان
Hollands (2015) Ortiz-Rangel et al. (2015)	چارچوب‌های فناوری‌های استاندارد باز، هزینه را در این حوزه کاهش می‌دهند.	شهر هوشمند به ادغام اجزای مختلف نیاز دارد. دستیابی به آن‌ها ممکن است برای دولت‌ها به‌علت کمبود منابع طبیعی و انسانی هزینه‌بر باشد.	هزینه دستیابی به شهر هوشمند
Chang (2015) Soto et al. (2016)	با وجود خدمات محاسبات ابری به‌تازگی شاهد بهبودهای بزرگی پذیرش آن‌ها برای شهر هوشمند چندین راه‌حل در زمینه امنیت، مدیریت و پلتفرم‌های باز را ایجاد می‌کند.	فناوری‌های رایانش ابری وعده انعطاف‌پذیری و هزینه کم برای میزبان داده‌های بزرگ را می‌دهند. یکپارچه‌سازی این فناوری‌ها با چالش بزرگ امنیت، مدیریت و پلتفرم‌های باز را ایجاد می‌کند.	یکپارچه‌سازی محاسبات ابری
Tene & Polonetsky (2014)	تلاش‌های بسیاری برای رسیدگی به چنین نگرانی‌هایی شده است. تأمین امنیت مقدار زیاد داده‌های شخصی جمع‌آوری‌شده توسط فناوری‌های شهر هوشمند در مقابل هکرها و سارقان یک مشکل چالش‌برانگیز و باید بیشتر رسیدگی شود.	گاهی اطلاعات مربوط به اشخاص در شهر هوشمند تجزیه و تحلیل، اشتراک‌گذاری و سوء استفاده و جمع‌آوری‌شده توسط فناوری‌های شهر هوشمند در مقابل هکرها و سارقان یک مشکل چالش‌برانگیز و باید بیشتر رسیدگی شود.	حریم خصوصی

نوع چالش	محدودیت	روش حل محدودیت	منبع
ادغام داده‌ها	شهر هوشمند با ادغام حجم عظیمی از داده‌ها از منابع مختلف ایجاد می‌شود. ادغام داده‌ها در شهر هوشمند یکی از چالش‌های مهم است که باید رفع شود.	فناوری‌های متعددی برای ادغام داده‌ها در شهر هوشمند استفاده شده که موانع فنی نشانی‌یابی <sup>۱</sup> داده‌ها را کاهش داده است. با وجود این، کیفیت داده یکی از مسائل چالش‌برانگیز در هر مکانیزم ادغام داده است.	Su, Li, Fu (2011) Gouveia, Seixas, & Giannakidis (2016)
تجزیه و تحلیل داده‌ها	در یک شهر هوشمند، داده‌ها از اشیای مختلف جمع‌آوری می‌شوند. دیدگاه‌هایی از داده‌ها به دست می‌آیند و تصمیم‌گیری نیازمند الگوریتم‌های جدید و روش‌های بصری‌سازی است که فعالیت‌های شهر هوشمند متمرکز را تحت تأثیر قرار می‌دهد.	پردازش پروازی <sup>۲</sup> داده‌ها به صورت فزاینده اهمیت می‌یابد که در آن روش‌های ذخیره و سپس پردازش <sup>۳</sup> به دست می‌آیند و تصمیم‌گیری سستی که در آن هر شرکت نیازمند الگوریتم‌های جدید و داده‌هایش را بازبایی و برای دسترسی به آن‌ها در آینده ذخیره‌سازی می‌کند، ممکن است دیگر مناسب نباشند و باید به صورت بلادرنگ ذخیره‌سازی و پردازش صورت گیرد.	Gulisano, Almgren & Papatriantafyllou (2016)

## ۶. نتیجه‌گیری

افزایش قابل توجه دستگاه‌های متصل شهری سبب رشد سریع داده‌ها و اطلاعات شده است که توجه بسیاری از پژوهشگران و دانشمندان را در حوزه‌های مختلف پژوهشی جلب کرده است. شهرهای هوشمند و برنامه‌ریزی شهری تأثیر مستقیم و اصلی روی پیشرفت جوامع دارد و با ایجاد یک تصمیم‌گیری هوشمند، مؤثر، و در زمان مناسب باعث افزایش قدرت تصمیم‌گیری جوامع می‌شود. در این پژوهش معانی مختلف شهر هوشمند و داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا و رایانش ابری بحث و مقایسه شده است. همچنین، محدودیت‌ها و فواید ترکیب کاربردهای داده‌های بزرگ برای شهرهای هوشمند بیان شده است. اینترنت اشیا به عنوان چشم‌اندازی بزرگ از دنیای اینترنت و چارچوبی برای دستگاه‌ها و حسگرها برای ارتباط ایمن در محیط شهر هوشمند را فراهم کرده است و به اشتراک‌گذاری اطلاعات در سرتاسر شهر هوشمند را برای مدیریت بهتر ممکن می‌سازد. رایانش ابری در واقع، یکپارچگی منابع، اشتراک‌گذاری اطلاعات و همکاری نرم‌افزاری را بهبود می‌بخشد. در حالت کلی، این مقاله با هدف یک دید جامع از فناوری‌های اینترنت اشیا،

1. addressing

2. on-the-fly processing

3. store-then-process

ابری، و داده‌های بزرگ برای مدیریت و برنامه‌ریزی شهر هوشمند ارائه شد. در این زمینه به بحث در مورد فناوری‌های مورد استفاده در شهرهای هوشمند پرداخته شد. در مقاله حاضر، یک سیستم برای شهر هوشمند و برنامه‌ریزی شهری با استفاده از اینترنت اشیا و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ و رایانش ابری معرفی شده و به نمایش گذاشته شده است. معماری ارائه شده متشکل از سه لایه است که ویژگی‌های مجموعه‌ای، تجمع، ارتباطات، پردازش و تفسیر و ترجمه را دارد. سیستم کامل با استفاده از فناوری «هدوپ» توسعه داده شده است تا به پردازش زمان واقعی نزدیک‌تر باشد. نمونه‌ای از مجموعه داده‌های شهر هوشمند اینترنت اشیا عبارت است از شبکه حمل و نقل، پارکینگ‌های هوشمند، خانه‌های هوشمند، آب و هوا، آلودگی، نظارت و غیره. در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا با استفاده از پردازش ابری می‌تواند نقش مهمی از نظر به دست آوردن اطلاعات با ارزش و برای مقاصد تصمیم‌گیری ایفا کند. با این حال، تحقیقات داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا و رایانش ابری در یک شهر هوشمند در آغاز دوران خودش است و راه حل چالش‌های مطرح شده از آن می‌تواند یک زمینه عملی باشد. این مطالعه می‌تواند به عنوان معیاری برای خدمت به محققان و صنعت برای پیشرفت‌های آتی و توسعه شهرهای هوشمند باشد.

### پیشنهادات برای تحقیقات آتی

در بحث مدیریت شهر هوشمند با بررسی و درک اهمیت سیستم‌های تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیرنده در بحث مجموعه داده‌های بزرگ، IoT و رایانش ابری پرسش‌هایی مطرح شده است که راه‌حل‌های آن‌ها می‌تواند پیشنهادی برای موضوع تحقیقات آتی باشد. در زیر به بخشی از آن‌ها اشاره شده است.

- ◇ چگونه می‌توان از اطلاعات قدیمی سنسورها استفاده کرد و با تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ برنامه‌ریزی شهری انجام داد؟
- ◇ به چه صورتی تجهیزات موجود را هوشمندتر کنیم؟
- ◇ به چه صورتی تجهیزات را توانمند سازیم تا طبق وضعیت حاضر رفتار نمایند؟
- ◇ چگونه هزینه جمع‌آوری اطلاعات را به حداقل برسانیم؟
- ◇ چگونه بر اطلاعاتی که جمع‌آوری و به صورت آنلاین پردازش شده، تسلط پیدا کنیم؟

با توجه به سؤال‌های مطرح‌شده بالا، شهر هوشمند از فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده می‌کند تا بتواند با کمترین منابع به شهروندان کمک کند. هدف اکثر تکنولوژی‌های اخیر، ایجاد قابلیت‌های حسی پیشرفته، قابلیت‌های ذخیره‌سازی اطلاعات برای حجم بی‌سابقه اطلاعات و در نهایت، تسلط بر حجم داده‌های زیاد است. سیستمی مورد نیاز است که بتواند از همه تحولات اخیر در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات، که به دلیل رشد قابل توجه ممکن است در آینده‌ای نزدیک به وجود بیایند، باخیر باشد و آن را پیش‌بینی کند. طراحی این سیستم نیاز به قابلیت‌های سنجشی از محیط زیست و تجزیه و تحلیل سنجشی اطلاعات دارد.

## References

- Abouzeid, A., K. Bajda-Pawlikowski, D. Abadi, A. Silberschatz, & A. Rasin. 2009. HadoopDB: an architectural hybrid of MapReduce and DBMS technologies for analytical workloads. *Proc VLDB Endowment* 292233 : (1) .
- Ahmad, Awais, Anand Paul, M. Mazhar Rathore, and Hangbae Chang. 2016. Smart cyber society: Integration of capillary devices with high usability based on Cyber-Physical System. *Future Generation Computer Systems* 56 (3): 493-503.
- Akçura, M. T., S. B., & Avci. 2014. How to make global cities: Information communication technologies and macro-level variables. *Technological Forecasting & Social Change* 89: 68–79.
- Alawadhi, S. A. Aldama-Nalda, H. Chourabi, J. R. Gil-Garcia, S. Leung, S. Mellouli, T. Nam, T. A. Pardo, H. J. Scholl, & S. Walker. 2012. Building Understanding of Smart City Initiatives. In: Scholl H. J., Janssen M., Wimmer M.A., Moe C.E., Flak L.S. (eds). *Electronic Government. EGOV 2012. Lecture Notes in Computer Science*. vol 7443. Pp.: 40–53. Berlin, Heidelberg: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-33489-4\_4.
- Albino, V., U. Berardi, and R. M. Dangelico. 2015. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology* 22 (1): 3–21. <http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- AlNuaimi, E., H. AlNeyadi, N. M. Al-Jaroodi, & J. Al-Jaroodi. 2015. Applications of big data to smart cities. <http://dx.doi.org/10.1186/s13174-015-0041-5>. (2015)
- Anthopoulos, L. G., & A. Vakali. 2012. Urban planning and smart cities: interrelations and reciprocities. In *the future internet*. pp. 178–189. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Atzori, L., A. Iera, G. Morabito. 2010. The internet of things: A survey. *Computer Networks* 54 (15): 2787–2805
- Barrionuevo, J. M., P. Berrone, & J. E. Ricart. 2012. Smart Cities, Sustainable Progress. *IESE Insight* 14: 50-57.
- Batty, M., K. W. Axhausen, F. Giannotti, A. Pozdnoukhov, A. Bazzani, M. Wachowicz, G. Ouzounis, Y. Bellavista, P., Corradi, & A. Reale 2015. Quality-of-service in data center stream processing for smart city applications. In *Handbook on data centers*. pp. 1047–1076. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bello-Orgaz, G., J. J. Jung, & D. Camacho. 2016. Social big data: recent achievements and new challenges. *Information Fusion* 28: 45–59.
- Botta, A., W. D. Donato, V. Persico, A. Pescap. 2015. Integration of cloud computing and Internet of Things: A survey. <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2015.09.021> (accessed Oct. 2015).



- Bsi. 2016. PD 8101 Smart city planning guidelines. Retrieved from <http://www.bsigroup.com/en-GB/smart-cities/Smart-Cities-Standards-and-Publication/PD-8101-smartcities-planning-guidelines/> (accessed April 25, 2016).
- Bughin, J., M. Chui, & J. Manyika. 2010. Clouds, big data, and smart assets: ten tech-enabled business trends to watch. *McKinsey Quarterly* 56 (1): 75–86.
- Bughin, J., M. Chui, & J. Manyika. 2010. Clouds, big data, and smart assets: ten tech-enabled business trends to watch. *McKinsey Quarterly* 56 (1): 75–86.
- Campkin, B., R. Ross. (Eds.). 2013. *Future & Smart Cities – Urban Pasmphleteer*. Vol. 1., London: UCL Urban Laboratory.
- Campos. L. B., C. E. Cugnasca, A. R. Hirakawa, & J. S. C. Martini. 2016 IEEE International Symposium on Consumer Electronics (ISCE), Towards an Internet of thing for the smart city. (Portland, USA)
- Caragliu, A., C. Del Bo, and P. Nijkamp. 2011. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology* 18 (2): 65–82.
- Chang, V. 2015. Towards a big data system disaster recovery in a private cloud. *Ad Hoc Networks* 35: 65–82.
- \_\_\_\_\_, R., J. Walters, & G. Wills. 2013. The development that leads to the cloudcomputing business framework. *International Journal of Information Management* 33 (3): 524–538. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.01.005>
- Cretu, G. L. 2012. Smart Cities Design Using Event-driven Paradigm and Semantic Web. *Informatica Economica* 16 (4): 57–67.
- Curry., E. Schahram Dustdar, Quan Z. Sheng, and Amit Sheth. 2016. Smart cities – enabling services and applications. *Journal of Internet Services and Applications December*. <https://doi.org/10.1186/s13174-016-0048-6>. (accessed June 21, 2016).
- Dijkman, R. M., B. Sprenkels, T. Peeters, & A. Janssen. 2015. Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management* 35: 672-678.
- Gartner. 2014. Gartner says the Internet of things will transform the data center. Retrieved from <http://www.gartner.com/newsroom/id/2684616>, (accessed March 24, 2014).
- Gouveia, J. P., J. Seixas, & G. Giannakidis. 2016. Smart city energy planning: integrating data and tools. Paper presented at the Proceedings of the 25th International Conference Companion on World Wide Web. April 11-15, 2016, Montréal, Québec, Canada. <http://dx.doi.org/10.1145/2872518.2888617>
- Guan, L. 2012. Smart Steps To A Battery City. *Government News* 32 (2): 24–27.
- Gubbi, J., R. Buyya, S. Marusic, & M. Palaniswami. 2013. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems* 29 (7): 1645–1660.
- Gulisano, V., M. Almgren, & M. Papatriantafilou. 2016. When smart cities meet bigdata. Retrieved from <http://ercim-news.ercim.eu/en98/special/when-smart-cities-meet-big-data> (Accessed July 8, 2014).
- Hamdi, N. 2004. *Small Change: About the Art of Practice and the Limits of Planning in Cities*. London: Routledge.
- \_\_\_\_\_, A. Vafaei, and S. A. Monadjemi. 2009. Algorithm based fault tolerant and check pointing for high performance computing systems. *Journal of Applied Sciences* 9 (22): 3947-3956.
- Hancke, G. P., B. C. Silva, and G. P. Hanck. 2014. The Role of Advanced Sensing in Smart Cities. *Sensors* 13: 393–425.
- Hashema, I. A. T, V. Changb, N. B. Anuara, K. Adewolea, I. Yaqooba, A. Gania, E. Ahmeda, H. Chiroma. 2016. The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management* 36: 748–758.
- Holden, M., & A. Scerri. 2013. More than this: Liveable Melbourne meets liveable Vancouver. *Cities* 31: 444–453.

- Hollands, R. G. 2008. Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial, *City Anal. urban trends, Culture, theory, policy action* 12: 37–41. doi: 10.1080/13604810802479126 (2008).
- \_\_\_\_\_. 2015. Critical interventions into the corporate smart city. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 8 (1): 61–77, <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu011>.
- Jalali, R., K. El-Khatib, & C. McGregor. 2015. Smart city architecture for community level services through the internet of things. Paper presented at the 2015 18th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks (ICIN), (Duke University, Akamai, UnitedStates).
- Jin, J., J. Gubbi, S. Marusic, & M. Palaniswami. 2014. An information framework for creating a smart city through internet of things. *IEEE Internet of Things Journal* 1 (2): 112–121.
- Ju, G., M. Cheng, M. Xiao, J. Xu, K. Pan, X. Wang, & F. Shi. 2013. Smart transportation between three phases through a stimulus-responsive 1047–1076. Springer. Functionally cooperating device. *Advanced Materials* 25 (21): 2915–2919.
- Kang, Y.-S., I.-H Park, J. Rhee, & Y.-H. Lee. 2016. MongoDB-Based repository design for IoT-generated RFID/sensor big data. *IEEE Sensors Journal* 16 (2): 485–497. <http://dx.doi.org/10.1109/jsen.2015.2483499>
- Kim, G. H, S. Trimi, and J. H. Chung. 2014. Big-data applications in the government sector. *Commun ACM* 57 (3): 78–85.
- Kitchin R. 2014. The real-time city? Big data and smart urbanism. Springer Netherlands, *GeoJournal* 79 (1): 1–14, <https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8>
- Komninos, N. 2011. Intelligent Cities: Variable Geometries of Spatial Intelligence. *Intelligent Buildings International* 3 (3): 172–188.
- Kourtit, K., and P. Nijkamp. 2012. Smart Cities in the Innovation Age. *Innovation: The European Journal of Social Science Research* 25 (2): 93–95.
- \_\_\_\_\_, and D. Arribas. 2012. Smart Cities in Perspective – A Comparative European Study by Means of Self-organizing Maps. *Innovation: The European Journal of Social Science Research* 25 (2): 229–246.
- Kramers A, M. Höjer, N. Lövehagen, J. Wangel. 2014. Smart sustainable cities–Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities. *Environ Model Software* 56:52–62.
- Kyriazis, Dimosthenis, Theodora Varvarigou, Anna Rossi, Douglas White, and Joshua Cooper. 2013. Sustainable smart city IoT applications: Heat and electricity management & Eco-conscious cruise control for public transportation.” In World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2013 IEEE 14th International Symposium and Workshops on a, pp. 1-5. IEEE. 14th International Symposium and Workshops in Madrid Spain June 4, 2013 to June 7, 2013 ISBN: 978-1-4673-5827-9pp: 1-5
- Li D R, Cao J J, Yao Y. 2015. Big data in smart cities. *Sci China Inf Sci* 58: 108101 (12), doi: 10.1007/s11432-015-5396-5
- Li, D. R., S. Wang, D. Y. Li. 2006. *Spatial Data Mining Theories and Applications*. Beijing: Science Press.
- Lohr, S. 2012. The age of big data. New York Times. 11. (A version of this news analysis appears in print on February 12, 2012, on Page SR1 of the New York edition with the headline: The Age of Big Data)
- Marsal-Llacuna, M. L., J. Colomer-Llina` s, and J. Mele` ndez-Frigola. 2014. Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. *Technological Forecasting and Social Change* 90: 611-622.
- Mazhar Rathore, M., Paul Anand, Awais Ahmad, Rho Suengmin. 2015. Urban planning and building smart cities based on the internet of things using big data analytics. *Computer Networks* 101: 63-80.

DOI: 10.1016/j.comnet.12.023

- Mell, P. Grance. 2009. The NIST definition of cloud computing. *National Institute of Standards and Technology* 53 (6): 50.
- Mori, K., A. Christodoulou. 2012. Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI), *Environmental Impact Assessment Review* 32 (1): 94-106.
- Nam, T., and T.A. Pardo. 2011. Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions, *Proc. 12th Conference on Digital Government Research*, College Park, MD, June 12–15, 2011.
- Neumeyer L, B. Robbins, A. Nair, & A. Kesari. 2010. S4: distributed stream computing platform. *IEEE international conference on data mining workshops (ICDMW)*. p. 1707. Sydney, Australia.
- Neirotti, P., A. De Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano, & F. Scorrano. 2014. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities* 38: 25–36.
- Ojo, A., E. Curry, and F. Sanaz-Ahmadi. 2015. A Tale of Open Data Innovations in Five Smart Cities,” in 48th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-48): pp. 2326–2335. Hawaii.
- Ojo, A, E. Curry, & T. Janowski. 2014. Designing Next Generation Smart City Initiatives -harbessing Findings and Lessons from a Study of 10 Smart City programs, 22nd European Conference on Information Systems (ECIS 2014), vol. 2050. p. 1–142014. TelAviv, Israel.
- Ortiz-Rangel, M., L. Rueda-Vasquez, C. Duarte-Gualdrón, J. Petit, & G. Ordonez-Plata. 2015. Towards a smart city: design of a domestic smart grid. Paper presented at the Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LATAM), 2015 IEEE PES. Montevideo, Uruguay.
- Pantelis K, & L. Aija. 2013. Understanding the value of (big) data. In *Big Data, 2013 IEEE International Conference on IEEE*; pp. 38–42. Bangkok, Thailand.
- parei A, & H. hamidi. 2017. An Approach to Managing and Organizing Text Documents Using Intelligent Text nalysis. *Journal of Information Processing and Management* 32 (4) :1171-1202 URL: <http://ijpm.irandoc.ac.ir/article-1-3269-fa.html>
- Parei, A., & H. Hamidi. 2018. A Method for FIDO Management trough Biometric Technology in IoT. *Journal of Information Processing and Management* 33 (2) :803-856. URL: <http://ijpm.irandoc.ac.ir/article-1-3507-fa.html>
- Qin, Y., Q. Z. Sheng. 2015. Curry E. Matching Over Linked Data Streams in the Internet of Things. *IEEE Internet Comput* 19 (3): 21–7.
- Rehman, M. H., C. S. Liew, T. Y. Wah, J. Shuja, & B. Daghighi. 2015. Mining personal data using smart phones and wearable devices: a survey. *Sensors* 15: 4430–4469.
- Sheth, A, P. Anantharam, & C. Henson. 2013. Physical-cyber-social computing: An early 21st century approach. *IEEE Intell Syst* 28 (1): 78–82.
- Smart city planning guidelines. 2016 . Retrieved from <http://www.bsigroup.com/en-GB/smart-cities/Smart-Cities-Standards-and-Publication/PD-8101-smart-cities-planning-guidelines/> (accessed March 25, 2016)
- Soto, J. A. C., O. Werner-Kytölä, M. Jahn, J. Pullmann, D. Bonino, C. Pastrone, & M. Spirito. 2016. Towards a federation of smart city services. *International Conference on Recent Advances in Computer Systems*, Atlantis Press, 2015/11/30, <https://doi.org/10.2991/racs-15.2016.28> (accessed Nov. 30, 2015)
- Su, K., J. Li, & H. Fu. 2011. Smart city and the applications. In *Electronics, Communications and Control (ICECC), 2011 International Conference on IEEE*; pp. 1028–1031. Ningbo University, Ningbo, China.
- Tantatsanawong, P., A. Kawtrakul, & W. Lertwipatrakul. 2011. Enabling future education with smart

- services. In SRII Global Conference (SRII), 2011 Annual IEEE; pp. 550–556. San Jose, CA, USA.
- Tene, O., & J. Polonetsky. 2014. SYMPOSIUM ISSUE :Privacy in the age of big data: a time for bigdecisions., *Stanford Law Review Online* (accessed February 2, 2012) ([https://pdfs.semanticscholar.org/a9fb/2b43417bab7c60b57a258b1fc24b9331727b.pdf?\\_ga=2.110082817.509453630.1548359217-866625768.1548359217](https://pdfs.semanticscholar.org/a9fb/2b43417bab7c60b57a258b1fc24b9331727b.pdf?_ga=2.110082817.509453630.1548359217-866625768.1548359217))
- Thite, M. 2011. Smart Cities: Implications of Urban Planning for Human Resource Development. *Human Resource Development International* 14 (5): 623–631.
- Tian.W, & Zh. 2015. *Big data technology and cloud computing.*: Elsevier.
- Tsai, C.-W., C.-F. Lai, & A. V. Vasilakos. 2014. Future Internet of Things: open issues and challenges. *Wireless Networks* 20 (8): 2201–2217.
- Vanolo, A. 2013. Smartmentality: the smart city as disciplinary strategy. *Urban Stud.* 51 (5): 883–898.
- Vilajosana, I., J. Llosa, B. Martinez, M. Domingo-Prieto, A. Angles, & X. Vilajosana. 2013. Bootstrapping smart cities through a self-sustainable model based on big data flows. *IEEE Communications Magazine* 51 (6): 128–134.
- Wisdom, J. P., Khb Chor, Ke Hoagwood, & S. M. Horwitz. 2014. Innovation Adoption: A Review of Theories and Constructs. *Adm Policy Ment Heal Ment Heal Serv Res* 41 (4): 480–502.
- Walravens, N. 2014. *Mobile city applications for Brussels citizens: Smart City trends, challenges and a reality check.* *Telematic and Informatics* 32 (2015): 282-299.
- \_\_\_\_\_. 2014. The smart city as a service platform: identification and validation of city platform roles in mobile service provision. In: Wei, J. (Ed.). **Mobile Electronic Commerce: Foundations, Development and Applications** (pp. 415-448). (Industrial and Systems Engineering Series). Taylor & Francis
- Wu., Y., W. Zhang, J. Shen, Zh. Mo, & Y.Peng. 2017. Smart city with Chinese characteristics against the background of bigdata: Idea, action and risk. *Journal of Cleaner Production* 173: 60-66. [https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.047\(2017\)](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.047(2017))
- Xia, Feng, & Laurence T. Yang, Lizhe Wang, and Alexey Vinel. 2012. Internet of things. *International Journal of Communication Systems* 25 (9): 1101.
- Yigitcanlar, T., & S. H. Lee. 2014. Korean ubiquitous-eco-city: A smart-sustainable urban form or a branding hoax? *Technological Forecasting & Social Change* 89: 100–114.
- Yovanof, G. S. and G. N. Hazapis. 2009. An Architectural Framework and Enabling Wireless Technologies for Digital Cities & Intelligent Urban Environments. *Wireless Personal Communications* 49 (3): 445–463.
- Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi. 2014. Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet Things Journal* (1): 22–32.
- Zhang, Q., L. Cheng, R. Boutaba. 2010. Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. *Journal of internet services and applications* 1 (1): 7–18.

#### قدسیه فهم‌فام

متولد سال ۶۵، دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته مهندسی فناوری اطلاعات و ارتباطات گرایش تجارت الکترونیک از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب است. تجارت الکترونیک و بررسی اینترنت اشیا در شهر هوشمند از جمله علایق پژوهشی وی است.



### حجت‌اله حمیدی

متولد سال ۵۵، دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات و استادیار گروه فناوری اطلاعات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی است. زمینه علاقه کاری ایشان تجارت الکترونیک، کسب‌وکار هوشمند، و محاسبات نرم است.

