The Proposed Architecture of the Internet of Things Based Recommender Systems for Intelligent Building in Tehran

Maryam Haji Shah Karam
MS in Information Technology;
Khajeh Nasir University;
Corresponding Author shahkaram.maryam@gmail.com

Shahriar Mohammadi
PhD in Information Technology; Assistant Professor;
Khajeh Nasir University mohammadi@kntu.ac.ir

Received: 18, Jun. 2015 **Accepted: 7, Feb. 2016**

Abstract: Today, there are complex needs in many cities and so smart cities are needed. On one hand, this complexity mainly is due to many connections between the various systems such as transport, communications networks, and commercial systems, and on the other hand, citizens who are in contact with all of these systems. So, the fast process for synchronization of cities with innovative technology, has a significant impact on this complexity. In this regard, one of the most important requirements for smart city planning is efficient use of information and communication technology (ICT). So to implement a smart city, we need a clear and precise definition of it. Better understanding of the concept of smart city brings about a better implementation and evaluation of involved domains such as "infrastructure environment" and "environmental services". Much research has been done regarding smart cities, but none of them based on recommender systems and crowdsourcing have not specific architecture. This research, is conducted to smarting the city of Tehran. After reviewing the literature and the various definitions twenty smart cities in the world were analyzed. Then, a definition of smart city for Tehran is presented using the internet practically. Then, after the survey of various architectures Based on the indicators obtained from the literature, the proposed architecture is presented. In this architecture, the five-layer infrastructures: data collection, management and processing of data, services and applications are anticipated. Then, the components of each layer are explained completely. Finally, the study concluded that creating innovation in traditional architecture by taking advantage of idea of "crowdsourcing" and "recommender systems" can be improved in intelligent

Iranian Journal of Information Processing and Management

Iranian Research Institute for Science and Technology
ISSN 2251-8223
eISSN 2251-8231
Indexed in SCOPUS, ISC, & LISTA
Vol. 32 | No. 1 | pp: 275-295
Autumn 2016

transportation systems, intelligent energy management systems and smart home in the area of smart city.

Keywords: Smart, Smart Cities, Internet of Things, Crowdsourcing

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

معماری پیشنهادی مبتنی بر اینترنت اشیاء و سیستم‌های توصیه‌گر برای هوشمندسازی شهر تهران

مریم حاجی شاه‌کرم
کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات؛
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛
پدیدآور رابط shahkaram.maryam@gmail.com

شهریار محمدی
دکتری فناوری اطلاعات؛ استادیار؛ دانشگاه صنعتی
خواجه نصیرالدین طوسی mohammadi@kntu.ac.ir

پژوهش‌نامهٔ پردازش و مدیریت اطلاعات

دریافت: ۱۳۹٤/۰۳/۲۸ | پذیرش: ۱۳۹٤/۱۱/۱۸ | مقاله برای اصلاح به مدت ۲۰ روز نزد پدیدآوران بوده است.

فصلنامه | علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نمایه در LISTA، ISC، و SCOPUS
jipm.irandoc.ac.ir
دورهٔ ۳۲ | شمارهٔ ۱ | ص‌ص ۲۷۵-۲۹۵
پاییز ۱۳۹۵

چکیده: امروزه نیازها در شهرها بسیار پیچیده شده‌اند و شهرها به هوشمندسازی نیازمند هستند. این پیچیدگی از یک طرف، عمدتاً به‌خاطر ارتباطات زیادی است که بین سیستم‌های مختلفی مانند حمل‌ونقل، شبکه‌های ارتباطی، و سیستم‌های تجاری وجود دارد و از طرف دیگر، به‌خاطر شهروندانی است که با همهٔ این سیستم‌ها در ارتباط هستند. همچنین، فرایند هماهنگ‌سازی سریع شهرها با فناوری‌های نوین، به‌صورتی سریع و کارا نیز به‌نوبهٔ خود تأثیر بسزایی در این پیچیدگی دارد. در این راستا، یکی از مهم‌ترین نیازها در برنامه‌ریزی برای هوشمندسازی یک شهر، استفادهٔ بهینه از فناوری اطلاعات و ارتباطات است. پس، برای پیاده‌سازی یک شهر هوشمند نیاز به تعریفی واضح و دقیق از آن داریم. درک هرچه بهتر مفاهیم مورد نظر در شهر هوشمند باعث پیاده‌سازی و ارزیابی بهتر حوزه‌های درگیر همچون «محیط زیرساخت» و «محیط سرویس‌دهی» می‌گردد. تحقیقات زیادی در رابطه با شهر هوشمند انجام شده است، اما هیچ‌کدام بر مبنای سیستم‌های توصیه‌گر و جمع‌سپاری به معماری مشخصی نرسیده‌اند. این تحقیق، به‌منظور هوشمندسازی شهر تهران صورت گرفته است. پس از بررسی ادبیات موضوع و ارائهٔ تعاریف گوناگون، در ابتدا به بررسی ۲۰ شهر هوشمند مطرح در سطح جهان پرداخته شده و سپس، تعریفی از شهر هوشمند برای شهر تهران ارائه می‌گردد. در این تعریف از اینترنت اشیاء به‌صورتی کاربردی استفاده شده است. در ادامه، پس از بررسی معماری‌های گوناگون بر اساس شاخص‌های به‌دست‌آمده از ادبیات تحقیق، معماری پیشنهادی ارائه می‌شود. در این معماری، پنج لایهٔ زیرساخت‌ها، جمع‌آوری داده‌ها، مدیریت و پردازش داده‌ها، خدمات و برنامه‌های کاربردی پیش‌بینی شده‌اند. سپس، اجزاء هر لایه به‌طور مشروح توضیح داده شده است. در نهایت، این تحقیق به این نتیجه رسید که با ایجاد نوآوری در معماری‌های متداول

به‌وسیلهٔ بهره‌گیری از ایده‌های «جمع‌سپاری» و «سیستم‌های توصیه‌گر» می‌توان باعث بهبود در سیستم حمل و نقل هوشمند، سیستم‌های مدیریت انرژی هوشمند و خانه‌های هوشمند در حوزهٔ شهر هوشمند شد.

کلیدواژه‌ها: هوشمندسازی، شهر هوشمند، اینترنت اشیاء، جمع‌سپاری

۱. مقدمه

مفهوم شهر هوشمند به‌عنوان یک الگوی جدید در شهرسازی و رشد اقتصادی، اجتماعی و فناوری در نظر گرفته می‌شود. این مفهوم به قبل از سال‌های ۱۹۹۰ میلادی برمی‌گردد. تا امروز، هیچ اتفاق نظری در مفهوم شهر هوشمند به‌دست نیامده است. تنها نقطهٔ مشترک بین مفاهیم موجود، استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) است. فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان فاکتور کلیدی در پشتیبانی از سرویس‌هایی که به شهروندان، اصلی‌ترین جزء یک شهر هوشمند، ارائه می‌شود، به‌شمار می‌آید (RONG Weng 2014).

همچنین، به‌دلیل زمینه‌های اقتصادی و فرهنگی که در جوامع مختلف وجود دارند و بر فرایند هوشمندشدن یک شهر تأثیر می‌گذارند، و مشکلاتی که در پیاده‌سازی فناوری اطلاعات و ارتباطات هستند، اشتراکی در بین مفاهیم شهر هوشمند دیده نمی‌شود.

این مطالعه تلاشی است که در راستای پرکردن شکاف‌های تحقیقاتی معماری در هوشمندسازی ایران، به‌ویژه در شهر تهران انجام گرفته است.

۲. مروری بر ادبیات موضوع

در ایران، جمعیت از دههٔ ۵۰ رشد ناگهانی داشته است. این رشد جمعیت به‌خاطر رشد طبیعی و مهاجرت افراد از روستاها به شهر بوده است. با توجه به آمارهای سال ۱۳۹۰، شهر تهران دارای جمعیتی معادل ۸۳۰۰۰۰۰ نفر و مساحتی بالغ بر ۷۳۰ کیلومتر مربع است. این، بدان معناست که یک فرایند شهرسازی برنامه‌ریزی‌نشده و توسعه‌هایی بدون درنظرگرفتن قوانین و محدودیت‌ها در تهران اتفاق افتاده است. همچنین، تهران با چالش‌هایی روبه‌روست که علت آن بیشتر به افزایش ناگهانی جمعیت بستگی دارد. این چالش‌ها در حوضهٔ اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و غیره است و عدم همکاری مردم و مدیریت نادرست نیز این مشکلات را تشدید می‌کند. به‌دلیل عدم یکپارچگی در ارتباطات، حمل‌ونقل، شهرسازی و مدیریت، برای تبدیل شهر تهران به شهری هوشمند نیاز به تعریف یک معماری چندلایه داریم که تمام اجزاء و ابعاد هوشمندسازی را در خود جای دهد (Asghar Abdoli 2014).

یکی از مهم‌ترین نیازها در برنامه‌ریزی برای هوشمندسازی شهر، فناوری اطلاعات و ارتباطات است که به‌عنوان سیستم عصبی شهر عمل می‌کند و در به‌دست‌آوردن اطلاعات، نقش بسزایی دارد. دو حوزهٔ مهم در معماری شهر هوشمند در جدول ۱ آمده است (Paolo Neirotti 2014).

جدول ۱. حوزه‌های مهم شهر هوشمند

حوزه	زیرحوزه	اهداف اصلی	مراجع
محیط زیرساخت	انرژی	استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات برای تحویل انرژی و تبادل اطلاعات در بارهٔ مصرف‌کنندگان بین سرویس‌دهندگان و کاربران برای کاهش‌دادن هزینه و افزایش قابلیت اعتماد	Chourabi et al. (2012); Correia and Wunstel (2011); Mahizhnan (1999); Steria-Smart City (2011)
	منابع طبیعی	مدیریت و استخراج منابع تجدیدپذیر مانند گرما، انرژی خورشیدی، آب و نیروی باد	Think (2011); Toppeta (2010); Accenture (2011); The Climate Group et al. (2011)
	آب	استفاده از سیستم مدیریت هوشمند آب برای یکپارچگی و محافظت از منابع آب؛ استفاده از ICT برای بهبودبخشیدن این سیستم	Lin and Liu (2009) ; Sharda and Nalin (2010); Bahri (2012)
	زباله	جمع‌آوری زباله‌ها، دسته‌بندی و بازیابی	Accenture (2011); Correia and Wunstel (2011); Dirks et al. (2009); Hughes et al. (2013); Nam and Pardo (2011); The Climate Group et al. (2011)
	سرویس‌های سیار	بهبودبخشیدن به تحرک و پویایی پایدار در زمینهٔ شهری؛ استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات برای توسعهٔ سیستم‌ها و داشتن خط‌مشی لازم	Superhub project (2014); Rafter (2011)
	مدیریت	دیجیتالی‌کردن ادارات دولتی	Accenture (2011); Bakici et al. (2013); Caragliu et al. (2009); Chourabi et al. (2012); Correia and Wunstel (2011)
	ساخت‌وساز	استفاده از فناوری برای مدیریت ساخت‌وساز و افزایش‌دادن پایداری؛ ایجاد زندگی و محیط کار با کاهش به‌کارگیری منابع موجود	Atzori, Iera, and Morabito (2010); Caragliu et al. (2009); Chourabi et al. (2012); Inayatullah (2011); Nam and Pardo (2011); Tiwari, Cervero, and Schipper (2011); Accenture (2011); Steria (2011); The Climate Group et al. (2011); Think (2011); Washburn et al. (2010)

حوزه	زیرحوزه	اهداف اصلی	مراجع
	حمل‌ونقل	بهینه‌سازی حمل‌ونقل در مناطق شهری؛ فراهم‌کردن اطلاعات برای بهره‌وری در حمل و نقل	Atzori et al. (2010); Correia and Wunstel (2011); Giffinger et al. (2007); La Greca et al. (2011); Nam and Pardo (2011); Steria (2011); The Climate Group et al. (2011); Think (2011)
	امنیت	استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات که می‌تواند به سازمان‌ها برای برقراری امنیت شهروندان کمک کند.	Accenture (2011); Dirks et al. (2009); Nam and Pardo (2011); Washburn et al. (2010)
	پردازش ابری	استفاده از رویکرد ابر که هم می‌تواند یک بستر نرم‌افزاری تکنیکی برای جمع‌آوری اطلاعات و داده‌کاوی ایجاد کند و هم می‌تواند برنامه‌های کاربردی شهری بر روی اینترنت عمومی یا یک شبکهٔ خصوصی مجازی تولید نماید.	Oracle White Paper (2010); Khan, Ludlow, McClatchey and Anjum (2012)
محیط سرویس‌دهی	آموزش و فرهنگ	سرمایه‌گذاری در سیستم آموزشی، ارتقاء برنامه‌های فرهنگی و ایجاد انگیزه برای مشارکت مردم	Service environment Dirks (2009); Nam and Pardo (2011); Washburn et al. (2010); Accenture (2011)
	بهداشت و درمان	همهٔ شهروندان بتوانند به یک سیستم درمان مؤثر و کارا به‌همراه امکانات و خدمات دسترسی پیدا کنند.	Accenture (2011); Atzori et al. (2010); Correia and Wunstel (2011); Nam and Pardo (2011); The Climate Group et al. (2011); Washburn et al. (2010)
	دولت الکترونیکی	انجام فعالیت‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌منظور ارتقاء توانمندسازی شهروندان	Giffinger et al. (2007); Steria (2011); Think (2011); Toppeta (2010); Washburn et al. (2010)
	اقتصاد	یکپارچه سازی شهر در بازارهای ملی و جهانی و فراهم‌کردن امکانات برای مردم	Bakici et al. (2013); Chourabi et al. (2012)

محیط‌های زیرساخت مانند حمل‌ونقل، انرژی و غیره و محیط‌های سرویس‌دهی مانند اقتصاد، آموزش و غیره، اصلی‌ترین بخش‌ها برای هوشمندسازی هستند که همراه با زیرساخت‌های هوشمند اطلاعاتی و ارتباطی، یک شهر هوشمند را ایجاد می‌کنند.

۳. تعریف شهر هوشمند

برای شهر هوشمند تعریفی واضح و دقیق لازم است تا بتوان آن را به‌درستی پیاده‌سازی کرد. مفاهیم مورد نظر در شهر هوشمند هرچه بهتر درک شود، باعث پیاده‌سازی و ارزیابی بهتر حوزه‌ها می‌گردد. مفهوم شهر هوشمند به دهه‌های قبل از ۹۰ میلادی برمی‌گردد و استانداردها و قوانین مربوط به هوشمندسازی نیز در همان زمان شکل گرفته است (Chourabi 2012; Rong Wenge 2014).

تا کنون تعاریف متعددی توسط محققان مختلف برای شهر هوشمند ارائه شده، اما هنوز تعریف واحدی که همه در آن اتفاق نظر داشته باشند، به‌دست نیامده است. دانشمندی به نام «هاریسون» تعریفی به‌صورت زیر ارائه کرده است: «از دیدگاه فناوری، یک شهر هوشمند تمام زیرساخت‌های فیزیکی، اجتماعی، IT و تجاری را با استفاده از اهرم هوشمندی به‌هم متصل می‌کند» (Harrison 2010).

محقق دیگری به نام ال هادر[1] هوشمندی یک شهر را به‌وسیلهٔ انتقال و دریافت اطلاعات با استفاده از پروتکل‌های ارتباطی و از طریق اجزای شبکه نشان می‌دهد که این فرستادن و دریافتن داده‌ها به‌عنوان پایه و اساس کنترل و پایش چارچوب‌های عملیاتی به‌حساب می‌آید که برای مدیریت هوشمند شبکه‌ها لازم است (Rong Wenge 2014).

همچنین، «واشورن»[2] توضیح می‌دهد که شهرهای هوشمند باید از فناوری محاسبات هوشمند استفاده کنند تا اجزای مهم زیرساخت‌ها و سرویس‌های یک شهر، هوشمندتر و کاراتر باشد (Rong Wenge 2014).

تعریفی که در این مطالعه برای شهر هوشمند ارائه شده، به‌صورت زیر است:

شهر هوشمند شهری است که با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و دیجیتالی‌کردن، می‌توان کارایی بخش‌هایی مانند حمل‌ونقل، منابع طبیعی، سلامت و درمان و غیره را بهبود بخشید و موجبات کاهش هزینه‌ها و مصرف و افزایش رضایت شهروندان را فراهم آورد. این تعریف روی سه جنبهٔ اصلی تمرکز کرده است: اولین جنبه، زیرساخت شهر هوشمند است. مفهوم این زیرساخت، یک گذرگاه است که می‌تواند محتوای اطلاعات شهر را بدون مانع اجرا کند. شاخص‌های این جنبه عمدتاً در دسترس‌بودن اطلاعات شهر، سطوح حساس زیرساخت‌های IT شهر و غیره هستند. دومین جنبه، توسعهٔ اقتصاد شهر هوشمند است که باعث تولید محتوای فرهنگی توسط سازمان‌های سرویس‌دهنده می‌شود. این جنبه برای شهرهایی است که دارای مساحت زیاد و

1. Al-Hader 2. Washurn

حتی دارای تقسیم اطلاعات جهانی هستند. سومین جنبه، ایجاد مفهوم دولت هوشمند است که کاربردهایی از توانایی فناوری‌های جدید و شفافیت فرایندهای مدیریتی را در سطوح سرویس‌دهی خدمات شهری نشان می‌دهد.

٤. معماری شهر هوشمند

به‌دلیل اینکه هنوز تعریف واحدِ بدونِ ابهامی برای شهر هوشمند وجود ندارد، معماری‌های مختلفی نیز برای آن ارائه شده است که هر کدام جنبه‌های مختلفی مانند فناوری، اجتماعی و غیره را درنظر گرفته‌اند.

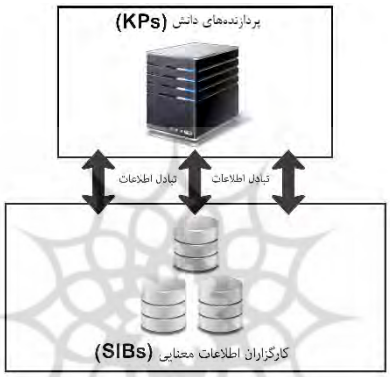
٤-١. معماری ال هادر

ال هادر یک معماری ۵ سطحی هرمی برای شهر هوشمند ارائه کرده و در آن دیدگاه تعاملات انسان و سیستم را در نظر گرفته است. پایین‌ترین لایه در این ۵ سطح، لایهٔ زیرساخت‌های هوشمند نام دارد که شامل الکترونیک، آب، گاز، ارتباطات الکترونیکی و شبکه است. لایهٔ دوم، لایهٔ منابع پایگاه دادهٔ هوشمند است که پایگاه داده‌های مکانی و سرورهای پایگاه داده‌ای است. لایهٔ سوم، لایهٔ سیستم‌های مدیریت ساختار هوشمند نام دارد که شبکه‌های کنترل خودکار را شامل می‌شود. لایهٔ چهارم، لایهٔ واسط‌های هوشمند است که شامل یک‌سری بسترهای نرم‌افزاری عملیاتی مشترک و سرویس‌های مبتنی بر وب می‌باشد. بالاترین لایه در این معماری، لایهٔ شهر هوشمند است که ترکیبی از چهار لایهٔ پایین می‌باشد. این معماری در شکل ۱ نشان داده شده است (Rong Wenge 2014).

شکل ۱. چارچوب معماری ال هادر

٤-٢. معماری Luca

در معماری که Luca پیشنهاد می‌دهد، شهرهای هوشمند به دو قسمت تقسیم می‌شوند: پردازنده‌های دانش (KPs)[1] و کارگزاران اطلاعات معنایی (SIBs)[2]. اطلاعات در SIBها ذخیره می‌شود و به‌عنوان سرویس‌دهنده‌ها برای KP ها عمل می‌کنند. یک‌باراKPها به SIBها متصل می‌شوند. عملیات به‌وسیلهٔ پروتکل‌های دسترسی فضای هوشمند (SSAP)[3] راه‌اندازی می‌شود. از طریق عملیات SSAP، KPها می‌توانند جلسات و تعاملات بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان را مدیریت کنند. این معماری در شکل ۲ نشان داده شده است (Rong Wenge 2014).



شکل ۲. چارچوب معماری Luca

٤-٣. معماری Chourabi

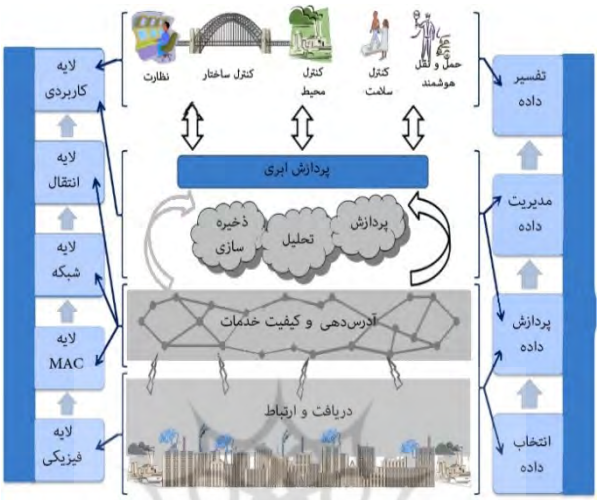
Chourabi چارچوبی از دیدگاه سیستم‌هایی که دید مفهومی از شهرهای هوشمند دارند، ارائه کرده است که در آن فاکتورهای تأثیرگذار به دو گروه تقسیم می‌شوند: فاکتورهای خارجی شامل دولت، مردم، ارتباطات، محیط‌ها، زیرساخت‌ها و اقتصاد است؛ و فناوری، سازمان‌ها و سیاست‌ها فاکتورهای داخلی را تشکیل می‌دهند (Rong Wenge 2014).

٤-٤. معماری مبتنی بر اینترنت اشیاء

«جین، پالانیسوامی، و گوبی»[4] زیرساختی مبتنی بر اینترنت اشیاء برای شهر هوشمند ارائه داده‌اند. به‌عنوان فعال‌ساز کلیدی، اینترنت اشیاء از سه حوزهٔ مختلف برای ارتباطات، مدیریت و پردازش نیازمندی‌های توسعهٔ شهر هوشمند تعریف شده است: اینترنت اشیاء شبکه‌محور، اینترنت

1. Knowledge processors (KPs)
2. Brokers semantic information (SIB)
3. Smart Space Access Protocol (SSAP)
4. Jin, palaniswami, Gubbi

اشیاء داده‌محور، اینترنت اشیاء ابرمحور. این معماری در شکل ۳ نشان داده شده است (Toosi 2014; Jin 2013).



شکل ۳. زیرساختی مبتنی بر اینترنت اشیاء

در اینترنت اشیاء شبکه‌محور، دو قسمت مبتنی بر اینترنت شامل سرویس‌های اینترنتی و مبتنی بر اشیاء وجود دارد. ماژول‌های شبکه‌محور در شکل بالا شامل قسمت‌های دریافت، ارتباط، آدرس‌دهی و کیفیت خدمات است. اینترنت اشیاء ابرمحور، شامل بخش‌های پردازش، تحلیل و ذخیره‌سازی است. اینترنت اشیاء داده‌محور از بخش‌های انتخاب داده، مدیریت و پردازش داده و تفسیر داده تشکیل می‌شود (Adel Nadjaran Toosi 2014; Jiong Jin & Palaniswami 2013). ساختار شهر هوشمند، که شاخص‌های آن از نظر مردم، اینترنت و سرویس‌های دیجیتال است، با توجه به نوآوری‌ها و توسعهٔ تحولات در حال تبدیل به یک ایدهٔ جدید برای یک دورهٔ جدید از توسعهٔ پایدار شهری است. برای نمونه‌ای از معیارهای توسعه، شهرهای توسعه‌یافتهٔ بزرگ به‌عنوان موضوع تحقیق انتخاب شده‌اند که معیارهایی از ارزیابی مفهومی در شبکهٔ منطقه‌ای و جهانی هستند. این شهرها عبارت‌اند از: لندن، مسکو، پاریس، برلین در اروپا؛ نیویورک، لس‌آنجلس، شیکاگو، تورنتو در آمریکا؛ توکیو، شانگهای، سئول، سنگاپور، هنگ‌کنگ در آسیا؛ و کاریو و شش شهر دیگر در آفریقا.

(Ranking of Smart Global Cities 2014; Cities in Japan, an Assessment on the potential for EU-Japan Cooperation and Business Development 2014; Smart London, How digital technologies are shaping the cities 2014)

زیرساخت‌ها اولین جنبهٔ قابل مقایسه در مورد شهرهای هوشمند جهان است. منظور از آن داشتن یک زیرساخت منطقی است که به‌عنوان شبکهٔ عصبی در شهر عمل کند و یک فضای فیزیکی برای ارتباطات و انتقال اطلاعات فراهم آورد. زیرساخت‌ها دارای چهار شاخص کلیدی زیر است:

- ◇ دسترسی به اینترنت: نسبت تعداد کاربران اینترنت به کل تعداد افراد را نشان می‌دهد. هرچه این نسبت بالاتر باشد، درجهٔ وابستگی به اینترنت بیشتر است و ارتباط و همکاری بین سازمان‌ها و افراد زیاد و نزدیک است.
- ◇ کیفیت پهنای باند: پهنای باند نقش مهمی در اقتصاد دارد، زیرا باعث رشد اقتصادی می‌شود. شبکه‌های با سرعت بالا سکوی بهتری برای توسعهٔ اقتصادی در سطح اینترنت فراهم می‌آورد. رسیدن به این کیفیت با فراداده‌ها، شبکه‌سازی و پردازش ابری همراه است.
- ◇ سیستم حمل‌ونقل هوشمند: ارتباطات یکپارچه‌ای بین سیستم‌های حمل‌ونقل به‌وجود می‌آورد و به‌عنوان عاملی برای تکامل حمل‌ونقل هوشمند شناخته می‌شود.
- ◇ زیرساخت سیستم دیجیتال: یک شاخص ترکیبی است که منعکس‌کنندهٔ کاربردهای ICT در شرکت‌های بزرگ و وابستگی آن به دیجیتالی‌شدن می‌باشد؛ مانند تجارت الکترونیک. جدول ۲، رتبه‌بندی در این بیست شهر را بر اساس شاخص‌های بیان‌شده نشان می‌دهد.

جدول ۲. رتبه‌بندی بر اساس شاخص‌های زیرساخت

نام شهر	دسترسی به اینترنت	کیفیت پهنای باند	زیرساخت حمل‌ونقل	زیرساخت سیستم دیجیتال	رتبه‌بندی نهایی
لندن	۳	۲	۱	۹	۱
سئول	۲	۱	۶	۸	۲
هنگ‌کنگ	۶	۳	۶	۴	۳
سنگاپور	۱	۱۵	۳	۴	۴
تورنتو	۵	۱۲	۱	۷	۵
نیویورک	۸	۷	۱۰	۱	۶
شیکاگو	۸	۱۳	۶	۳	۷
برلین	۱۴	۴	۳	۱۱	۸
سیدنی	۴	۱۱	۱۱	۶	۹
پاریس	۱۵	۵	۳	۱۲	۱۰

نام شهر	دسترسی به اینترنت	کیفیت پهنای باند	زیرساخت حمل‌ونقل	زیرساخت سیستم دیجیتال	رتبه‌بندی نهایی
توکیو	۱۳	۶	۶	۱۰	۱۱
لس‌آنجلس	۸	۱۰	۱۶	۲	۱۲
بوینس آیرس	۱۸	۹	۱۲	۱۶	۱۳
دبی	۷	۲۰	۱۵	۱۳	۱۴
مسکو	۱۶	۸	۱۳	۲۰	۱۵
شانگهای	۱۱	۱۶	۱۳	۱۷	۱۶
پکن	۱۱	۱۶	۱۶	۱۷	۱۷
بمبئی	۱۷	۱۴	۱۹	۱۹	۱۸
ریودوژانیرو	۱۹	۱۹	۱۸	۱۵	۱۹
قاهره	۲۰	۱۸	۲۰	۱۴	۲۰

دومین جنبهٔ قابل مقایسه در مورد شهرهای هوشمند، اقتصاد هوشمند است؛ بدین‌معنا که شهرهای هوشمند به‌دنبال ایجاد تصویری مجازی به‌وسیلهٔ سیستم‌های هوشمند هستند که این سیستم‌های هوشمند همگی تأثیری مستقیم در ایجاد اقتصاد هوشمند دارند. شاخص‌های کلیدی عبارت‌اند از:

- ◇ نوآوری: این شاخص توانایی نوآوری در همهٔ زمینه‌های فناوری از جمله IT را بررسی می‌کند و شامل محیط‌های نوآوری برای فاکتورهای بازار و منابع انسانی و فرهنگی است.
- ◇ انرژی دیجیتال: این شاخص، سیستم‌های مصرف انرژی و بهینه‌سازی این سیستم‌ها را ارزیابی می‌کند.
- ◇ تجربیات فرهنگی: این شاخص به امکانات، فعالیت‌ها و شبکه‌هایی که به‌وسیلهٔ دولت، تجارت و مردم روی دیدگاه‌های فرهنگی ساخته می‌شود، توجه می‌کند. جنبه‌هایی که برای آن باید در نظر گرفت جاذبه‌های گردشگری، گردشگرهای بین‌المللی، تعداد موزه‌ها و هتل‌ها و غیره است. جدول ۳، رتبه‌بندی در این بیست شهر را بر اساس شاخص‌های بیان‌شده نشان می‌دهد (Ranking of Smart Global Cities 2014; Cities in Japan, an Assessment on the potential for EU-Japan Cooperation and Business Development 2014).

جدول ۳. رتبه‌بندی بر اساس شاخص‌های اقتصاد هوشمند

نام شهر	نوآوری	انرژی دیجیتال	تجربیات فرهنگی	رتبه‌بندی نهایی
لندن	۱	۲	۱	۱
نیویورک	۱	۱	۳	۲
پاریس	۱	۳	۲	۳
برلین	۴	۴	۵	۴
توکیو	۸	۶	۶	۵
لس‌آنجلس	۴	۵	۷	۶
سنگاپور	۱۱	۱۱	۱۷	۷
سئول	۴	۱۵	۱۱	۸
شیکاگو	۱۱	۹	۱۰	۹
هنگ‌کنگ	۸	۸	۱۶	۱۰
تورنتو	۴	۱۰	۱۳	۱۱
مسکو	۱۵	۱۲	۴	۱۲
سیدنی	۸	۷	۱۵	۱۳
پکن	۱۵	۱۸	۹	۱۴
شانگهای	۱۴	۱۶	۱۲	۱۵
بوینس آیرس	۱۹	۱۴	۸	۱۶
دبی	۱۱	۱۷	۱۴	۱۷
بمبئی	۱۷	۱۹	۱۸	۱۸
ریودوژانیرو	۱۸	۱۲	۲۰	۱۹
قاهره	۲۰	۲۰	۱۹	۲۰

سومین جنبه دولت هوشمند است که از IT و رابطهٔ دولت و ملت استفاده کرده و برای مقایسه در شهرهای هوشمند از شاخص‌های زیر استفاده می‌کند:

◇ خدمات شهروندی: این شاخص به ارزیابی سرویس‌های روزانه برای ساکنان شهرها می‌پردازد که شامل سرویس‌های آنلاین، سرویس‌های اطلاعاتی و غیره است. این استاندارد روی چارچوب‌های سرویس‌دهی آنلاین قرار دارد و از سرویس‌ها و کاربردها بر پایهٔ وب‌سایت‌ها ناشی می‌شود. این شاخص با ورزش، کار آنلاین، محافظت از کودکان، زندگی خانوادگی و

همهٔ جنبه‌های مربوط به زندگی شهری مرتبط است.

◇ خدمات تجاری: این شاخص برای ارزیابی سرویس‌ها در فعالیت‌های تجاری است. سرویس‌های تجاری پرارزش‌ترین قسمت در دولت هوشمند هستند. جنبه‌هایی که باید در این شاخص بررسی شود شامل مدیریت تجارت، مالی، مالیات، چرخهٔ زندگی و تجارت است.

◇ مدیریت و ارتباطات: این شاخص شامل ارزیابی مدیریت عمومی و جنبه‌هایی مانند آموزش، سلامتی، دارو، امنیت، حمل‌ونقل، سیاست و غیره است. این شاخص، به ارزیابی شبکه‌های اجتماعی نیز مربوط می‌شود. جدول ۴، رتبه‌بندی در این بیست شهر را بر اساس شاخص‌های بیان‌شده نشان می‌دهد (Ranking of Smart Global Cities,2014;Cities in Japan ,an Assessment on the potential for EU-Japan Cooperation and Business Development (2014).

جدول ٤. رتبه‌بندی بر اساس شاخص‌های دولت هوشمند

نام شهر	خدمات شهروندی	خدمات تجاری	مدیریت و ارتباطات	رتبه‌بندی نهایی
لندن	۲	۲	۱	۱
نیویورک	۱	۱۰	۹	۲
پاریس	۶	۱	۱۰	۳
برلین	۸	۵	۶	۴
توکیو	۱۴	۷	۲	۵
لس‌آنجلس	۱۶	۴	۲	۶
سنگاپور	۱۰	۶	۸	۷
سئول	۱۱	۱۱	۳	۸
شیکاگو	۷	۸	۸	۹
هنگ‌کنگ	۱۲	۳	۸	۱۰
تورنتو	۹	۹	۱۰	۱۱
مسکو	۳	۱۵	۱۰	۱۲
سیدنی	۵	۱۳	۱۲	۱۳
پکن	۵	۱۶	۱۵	۱۴
شانگهای	۱۳	۱۴	۱۲	۱۵
بوینس آیرس	۱۵	۱۸	۹	۱۶

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نام شهر	خدمات شهروندی	خدمات تجاری	مدیریت و ارتباطات	رتبه‌بندی نهایی
دبی	۱۷	۱۶	۱۲	۱۷
بمبئی	۱۸	۱۶	۱۹	۱۸
ریودو ژانیرو	۱۹	۱۸	۱۸	۱۹
قاهره	۲۰	۲۰	۱۷	۲۰

۵. معماری پیشنهادی

باتوجه به مقایسه‌های انجام‌شده در مورد بیست شهر هوشمند برتر جهان و نتایج آن (اقتصادی)، ایران از نظر شاخص‌های دولت هوشمند در رتبهٔ ۱۰۵ قرار دارد و از نظر زیرساخت‌های هوشمند در حوزهٔ ICT بین ۱۸۸ کشور در رتبهٔ ۹۴ است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، می‌توان گفت که ایران برای تبدیل‌شدن به کشوری هوشمند نیاز به تغییرات اساسی در ساختارها و زیرساخت‌های موجود در کشور دارد. پس، برای هوشمندسازی، به بسترهای مورد نظر، که در قسمت‌های پیشین بحث شد، احتیاج داریم. اما با توجه به بررسی‌ها و آمارها و اطلاعاتِ در دسترس، متأسفانه نه‌تنها این بستر وجود ندارد، بلکه برای ایجاد این بستر و زیرساخت به زمان قابل توجهی نیاز داریم. بنابراین، چارچوب و معماری که ارائه می‌شود، باید تمام نیازها را از ابتدا در نظر بگیرد و برآورده سازد.

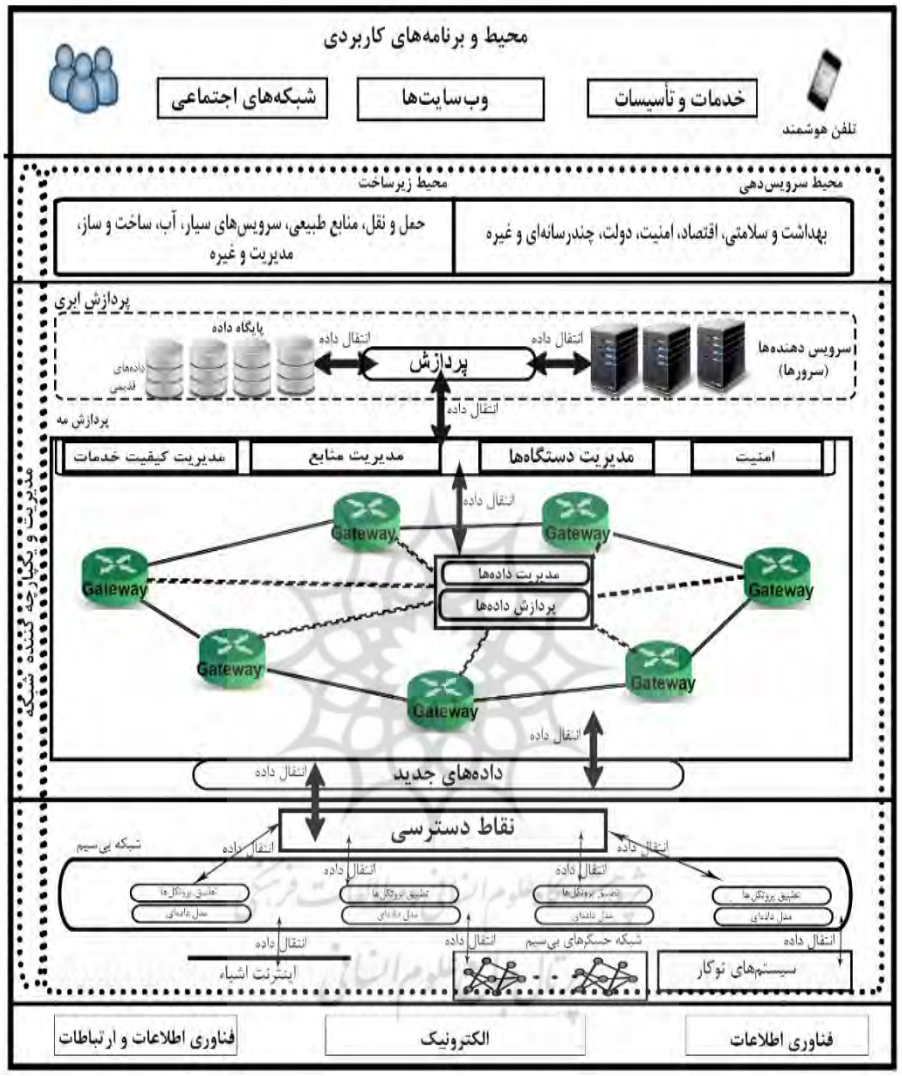
طبق تعریفی که در بخش ۳ برای شهر هوشمند ارائه شد، یک مدل معماری بر اساس چالش‌های موجود ارائه می‌شود. این مدل معماری در شکل ۴ نشان داده شده است.

۵-۱. لایه‌های معماری پیشنهادی

۵-۱-۱. لایهٔ اول (زیرساخت‌ها)

در این لایه زیرساخت‌ها قرار دارند که از قسمت‌های زیر تشکیل شده‌اند:

- فناوری اطلاعات:



شکل ٤. مدل معماری پیشنهادی

فناوری اطلاعات روند تکامل شهرها را تغییر می‌دهد. حضور اینترنت باعث شده است که هنگام برنامه‌ریزی برای یک شهر، برنامه‌ریزان فقط مسائل فیزیکی را در نظر نمی‌گیرند، بلکه فناوری اطلاعات را برای کارایی بیشتر در دولت، اقتصاد و تحرک و پویایی شهر لحاظ می‌کنند. این قسمت متشکل از شبکه‌های ارتباطی، سیستم‌های عامل، سیستم‌های تجاری، سخت‌افزارها، یکپارچه‌سازها و سیستم‌های ذخیره‌سازی اطلاعات است (Jiong Jin & Palaniswami 2013).

◇ فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT):

شامل ارتباطات فرد با فرد، فرد با ماشین، و ماشین با ماشین است و نقش کلیدی در کنترل و نظارت بر فرایند شهری‌سازی دارد. می‌توان گفت که با فناوری اطلاعات مترادف است، اما روی ارتباطات یکپارچه بین سیستم‌ها، ارتباطات از راه دور و استفاده از کامپیوتر به‌عنوان یک نرم‌افزار، پردازشگر، میان‌افزار و محیط ذخیره‌سازی تمرکز بیشتری دارد (G. Piro 2013).

◇ الکترونیک:

زیرساخت‌های الکترونیکی یک شهر شامل منابع محاسباتی با کارایی بالا، سیستم‌های ذخیره‌سازی پیشرفته، زیرساخت‌های شبکه، ابزارهایی برای دسترسی الکترونیکی، شبکه‌های پرسرعت و سرویس‌های پشتیبان برای آن‌هاست. به‌اشتراک‌گذاشتن منابع اطلاعاتی، جمع‌آوری داده‌ها به‌صورت بلادرنگ برای پردازش سریع و محاسبهٔ مجموعهٔ داده‌های بزرگ همگی وابسته به پیاده‌سازی خوب زیرساخت‌های الکترونیکی است (Harrison 2010).

۵-۱-۲. لایهٔ دوم (جمع‌آوری داده‌ها)

لایهٔ دوم که مربوط به جمع‌آوری است، از اینترنت اشیاء، شبکهٔ حسگرهای بی‌سیم و سیستم‌های توکار تشکیل شده است که با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. شهر به تعدادی سلول تقسیم می‌شود و در هر کدام از این سلول‌ها یک نقطهٔ دسترسی[1] به‌صورت محلی وجود دارد. دستگاه‌های مختلف از طریق شبکهٔ بی‌سیم و از طریق فناوری‌هایی مانند WiFi، 3G، 4G و غیره، اطلاعات خود را به یکدیگر و به نقاط دسترسی فرستاده و این نقاط دسترسی، داده‌ها را برای ذخیره‌سازی به نقاط دسترسی مرکزی ارسال می‌کنند. برای ارسال داده‌ها روی شبکه‌ها، نیاز به مدل داده‌ای داریم. مدل داده‌ای باعث سازمان‌دهی اجزای داده‌ها و استانداردسازی‌شده و برای ارتباط بین اجزای مختلف داده‌ها به‌کار می‌رود. مدل داده‌ای ساختاری از داده‌ها را نشان می‌دهد که در سیستم‌های اطلاعاتی و برای ذخیره‌سازی اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجا که برای ارسال اطلاعات روی شبکهٔ ارتباطی، هر دستگاه یا هر شبکه‌ای که در آن اطلاعات جریان دارد، دارای پروتکل خاصی است، تطبیق پروتکل‌ها برای هماهنگی بین پروتکل‌های مختلف روی شبکه انجام می‌گیرد (Li X 2011; Jiong Jin & Palaniswami 2013). در این لایه از سرویس‌های اطلاعات جغرافیایی[2] اینترنت و سیستم اطلاعات جغرافیایی سیار[3] نیز می‌توان استفاده کرد (Rong Wenge 2014; Bhowmick 2012).

1. access point
2. Geographic Information Services
3. Wireless Mobile Geographic Information Systems

۵-۱-۳. لایهٔ سوم (مدیریت و پردازش داده‌ها)

در لایهٔ سوم، ابتدا اطلاعاتی که از لایهٔ دوم می‌آید به‌صورت داده‌های جدید ذخیره می‌شود. سپس، اطلاعات برای پردازش به پردازش مه[1] سپرده می‌شود. ارتباطات هوشمند رابطهٔ نزدیکی با پردازش مه دارد، زیرا پردازش مه می‌تواند زیرمجموعه‌ای از پردازش ابر باشد؛ با این تفاوت که داده‌ها می‌توانند به‌صورت محلی در وسایل هوشمند پردازش شوند؛ بدون اینکه برای پردازش به ابر فرستاده شوند. پردازش مه مناسب برای اینترنت اشیاء است که در آن وسایل هوشمند با تقاضاهای مختلف به‌صورت داخلی به هم متصل می‌شوند. به‌دلیل اینکه اشیاء داده‌های زیادی را تولید می‌کنند، انتقال این داده‌ها به ابر برای پردازش و برگرداندن این پاسخ‌ها به اشیاء، نیاز به شبکه‌هایی با پهنای باند بالا و زمان زیاد دارد و مشکل نهفتگی داده‌ها به‌وجود می‌آید. در پردازش مه، بیشتر پردازش‌ها، به‌جای اینکه به داخل ابر منتقل شود، در مسیریاب‌ها انجام می‌شود (Flavio Bonomi 2014). سپس، پردازش داده‌ها و مدیریت داده‌ها در بین مسیریاب‌ها با استفاده از پردازش مه، برای دسته‌بندی و انتقال آن‌ها به بخش بعدی در همین لایه انجام می‌شود. چهار زیربخش به‌صورتی که در زیر می‌آید، وجود دارد که روی عملکرد این قسمت نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند:

۱. مدیریت کیفیت خدمات:

این بخش در رابطه با کارایی شبکه‌های اطلاعاتی است که ضمانت می‌کند اطلاعات به‌صورت صحیح و کامل در شبکه در جریان است و دارای استانداردهای مخصوص به‌خود می‌باشد. از مواردی که این بخش به اندازه‌گیری آن می‌پردازد، می‌توان به این نکات اشاره کرد: نرخ خطا، گذردهی، پهنای باند، تأخیر در انتقال و در دسترس بودن شبکه.

۲. مدیریت منابع:

به‌دلیل گسترش شبکه‌ها، منابع اطلاعاتی و پردازشی موجود در سطح شبکه به‌تنهایی نمی‌توانند به برنامه‌ریزی و کنترل فعالیت‌ها در ارتباط با هم بپردازند. در نتیجه، به یک بخش مدیریتی برای انجام این هماهنگی نیاز هست. این بخش به تخصیص منابع موجود در شبکه، که برای ذخیره‌سازی و پردازش استفاده می‌شود، نیز به‌کار می‌رود.

۳. مدیریت دستگاه‌ها

این بخش به پیکربندی و بررسی کارایی تمامی دستگاه‌ها و اشیایی می‌پردازد که در شبکه وجود دارند و به تولید یا انتقال اطلاعات می‌پردازند.

۴. امنیت

1. fog computing

این بخش امنیت داده‌ها را در لایهٔ دوم و سوم برقرار می‌کند، زیرا بعد از این بخش، اطلاعات به‌صورت توزیع‌شده به پایگاه داده‌های ابر منتقل شده و در آنجا ذخیره می‌شود. سپس به رمزگذاری، احراز هویت و غیره می‌پردازد. پس از آن، داده‌ها برای ذخیره‌سازی به ابر منتقل می‌شود و در آنجا در پایگاه داده‌ها و در سرورهای موجود قرار می‌گیرد. در این بخش نیز پردازش‌هایی صورت می‌گیرد (Adel Nadjaran Toosi 2014; Cristea 2013).

۵-۱-٤. لایهٔ چهارم (خدمات)

این لایه از دو بخش به نام‌های محیط سرویس‌دهی و محیط زیرساخت تشکیل شده است. این دو بخش با استفاده از اطلاعاتی که از لایه‌های قبلی خود به‌دست می‌آورند، خدماتی را برای توسعهٔ شهری در شهر هوشمند ایجاد می‌کنند. محیط زیرساخت به حمل‌ونقل، منابع طبیعی، سرویس‌های سیار، آب، ضایعات، ساخت‌وساز و غیره اشاره دارد. یعنی در این محیط، امکاناتی برای برنامه‌ریزی و توسعهٔ شهری به‌وجود می‌آید و تنظیمات یک شهر را بر اساس داده‌هایی که دریافت می‌کند و رفتارهایی که باید نشان دهد، انجام می‌دهد. فناوری اطلاعات و ارتباطات در این بخش نقش مهمی دارد.

در مقابل، محیط سرویس‌دهی شامل بهداشت و سلامتی، امنیت، اقتصاد، آموزش و پرورش، دولت، رسانه‌ها و غیره می‌شود. خدمات این بخش به‌صورت مستقیم بر شهروندان تأثیر می‌گذارد. فناوری اطلاعات و ارتباطات، نقش محدودتری در این بخش ایفا می‌کند، زیرا هدف، پردازش و یکپارچگی اطلاعات به‌صورت بلادرنگ نیست (Paolo Neirotti2014).

۵-۱-۵. لایهٔ پنجم (برنامه‌های کاربردی)

این لایه شامل برنامه‌های کاربردی است که در ارتباط مستقیم با شهروندان در شهر هوشمند قرار دارد. از جملهٔ این برنامه‌ها می‌توان به برنامه‌های کاربردی بر روی تلفن‌های هوشمند، شبکه‌های اجتماعی، وب‌سایت‌ها و غیره اشاره کرد. در این لایه سرویس‌ها در تقابل مستقیم با افراد هستند (Yuan Yuan 2014; Jiong Jin & Palaniswami 2013).

در کنار تمام این لایه‌هایی که توضیح داده شد، لایهٔ مدیریت و یکپارچه‌کنندهٔ شبکه، نقش اصلی را در تمام این معماری ایفا می‌کند. همان‌طور که در شکل می‌بینیم، این لایه، سه لایهٔ وسط معماری یعنی لایهٔ دوم تا چهارم را پوشش می‌دهد.

در یک شهر هوشمند، چون اجزاء به‌صورت توزیع‌شده هستند، نیاز به سطح مدیریتی داریم که فعالیت این اجزاء را در کل شبکه‌ای که شهر را فراگرفته، از حسگرها تا محیط‌های ابری و محیط‌های زیرساخت و سرویس‌دهی مدیریت کند و یکپارچگی بین اهداف هر یک از اجزاء برای رسیدن به یکپارچگی کلی را فراهم نماید (Bhowmick 2012).

بنابراین، مدیریت به‌عنوان جزء جدایی‌ناپذیر در معماری شهر هوشمند به حساب می‌آید. این مدیریت بیشتر شامل قوانین انتقال اطلاعات، پردازش و میزان دسترسی به اطلاعات و بخش‌های مختلف در شبکهٔ شهر هوشمند است.

۶. نوآوری

در این قسمت، نوآوری در این معماری نسبت به معماری‌های قبل توضیح داده شده است:

با توجه با کاربرد اینترنت اشیاء در ارتباط بین اشیاء و حسگرهای موجود در محیط، هر فرد[1]، شیء[2] یا حسگر دارای یک مشخصه به‌صورت برچسب یا یک IP است. در ادامه، فرد و سنسور به‌طور کلی، به‌عنوان شیء در نظر گرفته شده و نام برده می‌شود. وقتی یک شیء وارد محیط جدید می‌شود، اشیاء دیگر در آن محدوده که با شیء می‌خواهند ارتباط برقرار کنند، برچسب یا IP آن شیء را از طریق فرستادن درخواست به آن شیء به‌دست آورده و ذخیره می‌کنند (Jiyin 2014; Neis 2011).

سپس، اشیاء با استفاده از جمع‌سپاری، به‌وسیلهٔ فرستادن درخواست، اطلاعاتی را که می‌خواهند از یکدیگر به‌دست می‌آورند. پس از آن، پیش‌بینی‌هایی انجام می‌دهند و برای شیء مورد نظر ذخیره می‌کنند. فیلترهایی وجود دارد که باعث می‌شود این اطلاعات سازمان‌دهی شده و ذخیره شوند. این اطلاعات در داده‌های قدیمی ذخیره می‌شود. در ادامه، شیء مورد نظر وارد محیط‌های دیگر می‌شود. اشیاء موجود در آن محیط‌ها پس از به‌دست‌آوردن برچسب یا IP آن شیء و استفاده از جمع‌سپاری در پایگاه اطلاعاتی، پیش‌بینی‌های گذشته توسط محیط‌های دیگر را به‌دست می‌آورند و با رفتار فعلی شیء مقایسه می‌کنند. این اطلاعات باعث به‌دست‌آوردن الگوی رفتاری از یک شیء می‌شود. از این الگوها می‌توان در سیستم‌های توصیه‌گر[3] استفاده کرد. این سیستم‌ها به‌صورت هوشمند پیشنهادهایی را که در آینده می‌توانند در این شرایط کارهایی را انجام دهند، به شیء مورد نظر ارسال می‌کنند. استفاده از سیستم توصیه‌گر باعث بهبود در سیستم حمل‌ونقل هوشمند، مدیریت انرژی هوشمند و خانهٔ هوشمند در حوزهٔ شهر هوشمند می‌شود.

۷. نتیجه‌گیری

در این مطالعه پس از بررسی انواع معماری‌ها در حوزهٔ شهر هوشمند و بررسی چالش‌هایی که در ایران و به‌طور ویژه در تهران وجود داشت و همین‌طور با بررسی برترین شهرهای هوشمند

1. human sensor
2. thing
3. recommender systems

در جهان با توجه به شاخص‌های کلیدی دولت هوشمند، اقتصاد هوشمند و زیرساخت‌ها، چارچوبی را برای معماری ارائه کردیم که بسترهای مورد نظر برای تبدیل تهران به یک شهر هوشمند را دارا باشد.

همچنین، در پایان این مطالعه، در معماری‌های متداول نوآوری ایجاد کردیم که با بهره‌گیری از ایدهٔ جمع‌سپاری و سیستم‌های توصیه‌گر موجب بهبود در سیستم حمل‌ونقل هوشمند، سیستم‌های مدیریت انرژی هوشمند و خانهٔ هوشمند در حوزهٔ شهر هوشمند می‌شود.

جدول ۵. مقایسهٔ معماری‌ها

ردیف	نام معماری	مزایا	معایب	ویژگی‌ها
۱	معماری Al-Hader	از پنج سطح هرمی تشکیل شده است، عملیات سطوح کاملاً از هم تفکیک شده‌اند.	جزئیات ارتباط بین سطح‌ها بررسی نشده و فاقد سطح مدیریتی است.	از دیدگاه تعاملات انسان-سیستم بررسی شده است.
۲	معماری Luca	از پروتکل دسترسی فضای هوشمند (SSAP) استفاده می‌کند.	فقط از دو سطح تشکیل شده است، هیچ جزئیاتی از سطوح و اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن آورده نشده است.	یک حالت سرویس‌دهنده/ سرویس‌گیرنده در شبکه ایجاد می‌کند.
۳	معماری Chourabi	تقسیم فاکتورهای تأثیرگذار بر شهر هوشمند به دو گروه داخلی و خارجی	هیچ سطحی در این معماری در نظر گرفته نشده و ساختاری در این معماری تعریف نشده است.	بر اساس دید مفهومی از یک شهر هوشمند ایجاد شده است.
۴	معماری palaniswamiو Jin, Gubbi	از سه حوزهٔ مختلف اینترنت اشیاء شبکه‌محور، اینترنت اشیاء داده‌محور، اینترنت اشیاء ابرمحور تشکیل شده است.	-	معماری مبتنی بر اینترنت اشیاء می‌باشد.
۵	معماری پیشنهادی	مبتنی بر اینترنت اشیاء می‌باشد. از پنج سطح تشکیل شده و ارتباط بین	-	از ایدهٔ جمع‌سپاری و از سیستم‌های توصیه‌گر استفاده می‌کند.

ردیف	نام معماری	مزایا	معایب	ویژگی‌ها
		سطوح مشخص شده است.		
		اجزاء تشکیل‌دهندهٔ هر		
		سطح کاملاً مشخص است.		

فهرست منابع

مرکز تحقیقات و بررسی‌های اقتصادی. **۱۳۹۳**. ایران در شاخص اقتصادی جهان. فرناز صفدری.

Abdoli, A., J. Mohammadi, M. B. Ghalibaf, S. M. Pour Mousavi. 2014. The Ranking Urban Districts on Based Smart Growth Indexes.Case study: Zone 6 of Tehran City. *Environmental Management and Sustainable Development* 3(1):194-204.

Atxori, L., A. Iera, G. Morabito. 2010. The internet of things: a survey. *computer network* 54(15): 2787-2805.

Bonomi, F., R. Milito, P. Natarajan, J. Zhu. 2014. *Big Data and Internet of Things: A Roadmap for Smart Environments* 169-186.

Chourabi, H., T. Nam, S. Walker. 2012. Understanding smart cities: An integrative framework. *Proceedings of 45th Hawaii International Conference on Systems Science*.

Cristea, V., C. Dobre, F. Pop. 2013. Context-aware environ internet of things. *Internet of Things and Inter-cooperative Computational Technologies for Collective Intelligence* 25-49.

Frez, J., N. Baloian and G. Zurita. 2014. SmartCity: Public Transportation Network Planning Based on Cloud Services, Crowd Sourcing and Spatial Decision Support Theory. *Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence. Personalisation and User Adapted Services* 365-371.

Harrison, C., B. Eckman, R. Hamilton. 2010. Foundations for Smarter Cities. *IBM Journal of Research and Development* 54(16): 1-16.

He, J., K. Kunze, C. Lofi, K. S. Madria and S. Sigg. 2014. Towards Mobile Sensor-Aware Crowdsourcing: Architecture, Opportunities and Challenges. *Database Systems for Advanced Applications* 403-412.

Jin, J., J. Gubbi, S. Marusic and P. Marimuthu. 2013. An Information Framework of Creating a Smart City through Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal* 1(2): 112-121.

Li, X., R. X. Lu, X. H. Liang and X. M. Shen. 2011. Smart community: an internet of things application. *IEEE Commun Mag* 68-75.

Neirotti, P., A. D. Marco, A. C. Cagliano , G. Mangano and F. Scorrano. 2014. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. Cities 38: 25-36.

Neis, P., D. Zielstra and A. Zipf. 2011. The street network evolution of crowdsourced maps: OpenStreetMap in Germany 2007 - 2011. *Future Internet* 4, no. 2(29 December). http://www.mdpi.com/1999-5903/4/1/1/htm.

Piro, G., I. Cianci, L. A. Grieco, G. Boggia and P. Camarda. 2013. Information centric services in Smart Cities. *Journal of Systems and Software* 88: 169-188.

Ra, M. R. et. al. 2012. Medusa: A Programming Framework for Crowd-Sensing Applications. *MobiSys '12 Proceedings of the 10th international conference on Mobile systems, applications, and services 10th Int'l* 337-350.

Ranking of Smart Global Cities 2014. Institute of Information Sciences Shanghai Academy of Social Sciences.

Resch, B., A. Summa, G. Sagl, P. Zeile and J. P. Exner. 2014. Urban Emotions Geo-Semantic

Emotion Extraction from Technical Sensors, Human Sensors and Crowdsourced Data. *Progress in Location-Based Services 2014* 199-212.

Smart Cities in Japan, An Assessment on the Potential for EU-Japan Cooperation and Business Development 2014. *EU-Japan Centre for Industrial Cooperation*. Tokyo.

Smarter London , How digital technologies are shaping the cities 2014. NLA exhibition Smarter London.

Toosi, A. N., N. R. Calheiros and R. Buyya. 2014. Interconnected Cloud Computing Environments: Challenges, Taxonomy, and Survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)* 47(1): 76 - 88.

Wang, W., Z. He, D. Huang and X. Zhang. 2014. Research on service platform of internet of things for smart city. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 4: 301-303.

Wenge, R., X. Zhang, C. Dave, L. Chao and S. Hao. 2014. Smart City Architecture: A Technology Guide for Implementation and Design Challenges. *China Communications* 11(3): 56-69.

Yuan, Y., and T. Liu. 2014. Evaluation Model and Indicator System of Informationization Applications and Services in Smart Cities. *Intelligent Environments (IE), 2014 International Conference on IEEE*.

مریم حاجی شاه‌کرم

دارای مدرک کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات گرایش تجارت الکترونیک از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی است.

اینترنت اشیاء، شبکه حسگرهای بی‌سیم و مباحث بهینه‌سازی مسیریابی در شبکه‌های بی‌سیم از جمله علایق پژوهشی وی است.

شهریار محمدی

ایشان هم‌اکنون استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی است.

شبکه و امنیت آنها، امنیت اطلاعات، تجارت الکترونیکی و امنیت آن از جمله علایق پژوهشی وی است.