

## Abstract

The goal of complete intelligence of a city depends not only on how it plans and uses information and communication technology tools to improve the quality of life of its citizens, but also on the acceptance and coordination of the intelligentsia created with the needs of its citizens. The purpose of this research is the theoretical plan to change traditional structural model of the city to a structural model, urban intelligence and comparative study in order to identify digital indicators and intelligence of the city. This research has identified the indicators of smartening in urban management of Shiraz Municipality based on the comparative studies of two smart cities of Amsterdam and Barcelona and using the descriptive-analytical method. In order to identify strategies with the best results in successful smart cities and finally determine the appropriate approach to review layers of urban smart and its roadmap in the city of Shiraz

key words: citizenship logic, smart city, adaptive approach, sustainable economy, urban management

## مدل ساختاری شهر هوشمند با رویکرد تطبیقی و منطق شهروندی

سعید حیدری<sup>۱</sup>محمد حکاک<sup>۲</sup>رضا سپهوند<sup>۳</sup>امیر هوشنگ نظریوری<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۹

### چکیده

هدف کلان هوشمندی یک شهر نه تنها به نحوه برنامه ریزی و استفاده از ابزار فناوری اطلاعات و ارتباطات در جهت ارتقای سطح کیفی زندگی شهروندان در آن کشور بستگی دارد، بلکه پذیرش و هماهنگی هوشمند سازی-های ایجاد شده با نیاز شهروندان نیز نقش بسزایی در آن دارد. هدف این تحقیق، طرح تئوریک تغییر مدل ساختاری سنتی شهر به مدل ساختاری، هوشمندسازی شهر و مطالعه تطبیقی در راستای شناسایی شاخص‌های دیجیتالی و هوشمندی شهر است. این پژوهش با رویکرد کار بنیادی و با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی به شناسایی شاخص‌های هوشمندسازی در مدیریت شهری شهرداری شیراز بر اساس مطالعات تطبیقی دو شهر هوشمند آمستردام و بارسلونا و با تکیه بر منطق شهروند مداری پرداخته است و تلاش دارد که پاسخ مناسبی در راستای شناسایی استراتژی‌هایی با بهترین نتایج در هوشمندسازی شهرهای موفق و در نهایت تعیین رویکرد مناسب جهت بازنگری لایه‌های هوشمندسازی شهری و نقشه راه آن در شهر شیراز داشته باشد.

### کلمات کلیدی

منطق شهروندی، شهر هوشمند، رویکرد تطبیقی، اقتصاد پایدار، مدیریت شهری

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری مدیریت منابع انسانی دانشگاه لرستان heydari.sae@fe.lu.ac.ir<sup>۲</sup> دانشیار، عضو هیئت علمی دانشگاه لرستان گروه مدیریت بازرگانی hakak.m@lu.ac.ir (نویسنده مسؤل)<sup>۳</sup> دانشیار، عضو هیئت علمی دانشگاه لرستان گروه مدیریت بازرگانی sepahvand.re@lu.ac.ir<sup>۴</sup> استادیار، دانشگاه لرستان گروه آموزشی مدیریت nazarpouri.a@lu.ac.ir

آنچه یک شهر را به سمت هوشمندی پیش می‌برد، صرفاً استفاده از ابزار الکترونیک و سیستم ارتباطاتی آن شهر نیست؛ بلکه نحوه برنامه‌ریزی و استفاده از این ابزار در جهت ارتقای سطح کیفی زندگی شهروندان یک شهر است. موفقیت شهرهای هوشمند بر شش دلیل اصلی قابل تامل استوار است تعیین استراتژی و چشم انداز جامع شهر هوشمند، همکاری و پیگیری مدیران، استفاده از پلتفرم یکپارچه هوشمندسازی، ایجاد ساختار هوشمندسازی مرحله به مرحله‌ای، مشارکت تمامی ذینفعان شهری و از همه مهمتر همکاری و اطلاع رسانی شهروندی از جمله فاکتورهای اصلی موفقیت شهرهای هوشمند است که نیاز است مدل ساختاری سنتی شهر به مدل ساختاری شهر هوشمند با توجه به وجود الگوهایی موفق در دیگر شهرهای هوشمند نظیر آمستردام، بارسلون، وین و نیویورک تغییر نماید. وجود این نمونه‌های موفق یک راهکار تسهیل کننده و قابل اطمینان در ایجاد نقشه راه هوشمندسازی شهرهایی شبیه شیراز است که در ابتدای راه هوشمندسازی قرار دارند. بنابراین در گام ابتدایی شناسایی دستاوردها و تجربیات این شهرها بسیار حائز اهمیت است. در این پژوهش با رویکرد کار بنیادی و با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی به شناسایی و تبیین مشابهت‌ها، شرایط و پیامدهای ساختار هوشمندسازی دو شهر هوشمند آمستردام و بارسلونا پرداخته می‌شود.

هدف شهر هوشمند افزایش کیفیت زندگی شهری با رویکرد توسعه پایدار است. ایده ایجاد شهرهای هوشمند که بحث جدیدی در برنامه ریزی شهری است، در دو دهه اخیر مطرح شده است. هدف و نوآوری تحقیق حاضر، طرح تئوریک مدل ساختاری، هوشمندسازی شهر و مطالعه تطبیقی در راستای شناسایی شاخص‌های هوشمندی شهر است. این پژوهش به شناسایی شاخص‌های هوشمندسازی در مدیریت شهری شهرداری شیراز بر اساس مطالعات تطبیقی دو شهر هوشمند آمستردام و بارسلونا و با تکیه بر منطق شهروندمداری پرداخته است.

## ادبیات پژوهش

### دلایل نیاز به شهر هوشمند

دلایل متعددی برای ایجاد شهرهای هوشمند وجود دارد. برخی از مهمترین آنها عبارتند از: دلایل زیست محیطی، اقتصادی، تکنولوژی، اجتماعی و مردم شناختی. محیط زیست یکی از عوامل بسیار مهم برای زندگی در شهر است. ایجاد اقتصادی پایدار در شهر موجب ایجاد امنیت، ارتقا سطح زندگی شهروندان و رشد شهر است. سومین مجموعه از دلایل ایجاد شهرهای هوشمند، فناوری می‌باشد که محرک اصلی در ایجاد شهرهای هوشمند است. در سال‌های اخیر شبکه‌های دیجیتال فراگیر گسترش زیادی داشته‌اند و سنسورهای متنوعی توسعه یافته‌اند که قدرت پردازش مناسبی دارند و می‌توان این دو تکنولوژی را با یکدیگر استفاده نمود. درصد بالایی از مردم دنیا از تلفن‌های همراه استفاده می‌کنند. بسیاری از تلفن‌های همراه هوشمند است و امکان دسترسی به خدمات الکترونیکی و اینترنتی را فراهم می‌آورند. بنابراین پتانسیل خوبی برای ارائه خدمات الکترونیکی در شهرهای هوشمند را به همراه دارند (آلبینو و دیگران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵؛ کاراگیلو و دیگران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱).

آخرین دلیل مهم برای ایجاد شهرهای هوشمند مسائل اجتماعی و مردم شناختی است. در پایان سال ۲۰۰۸ بیش از ۵۰٪ مردم جهان در شهرها زندگی کرده‌اند. همچنین پیش بینی می‌شود جمعیت شهرها بین سال‌های ۲۰۱۰ تا

<sup>1</sup> Albino et al

<sup>2</sup> Caragliu et al

۲۰۵۰ رشد چشمگیری را داشته باشند در ضمن، شهرنشینی سریع در کشورهای آسیایی فشار زیادی را بر روی این کشورها ایجاد می‌کنند. همه این دلایل نشان می‌دهند شهرها لازم است هوشمند شوند. هوشمندی باعث می‌شود در منابع صرفه جویی شده و میزان تلاش لازم برای پاسخگویی به فشارها و نیازهای روبه رشد شهرنشینان کاهش یابد (بیری و کورکسیت<sup>۱</sup>، ۲۰۱۷).

### دلایل موفقیت شهرهای هوشمند

دلایل موفقیت شهرهای هوشمند را میتوان در ۶ دسته کلی عنوان نمود.

\* استراتژی و چشم انداز جامع شهر هوشمند

چشم انداز و استراتژی یک شهر نقش یک راهنمای کلیدی جهت رسیدن به هدفی کلان را دارد. در صورتی که هدفی نامشخص را در یک شهر دنبال نماییم مثل این است که در تاریکی مسیری بی هدف را طی می‌کنیم.

\* همراهی و پیگیری دولت در ایجاد شهر هوشمند

پیگیری بالا به پایین فعال در زمینه استراتژیهای شهر هوشمند، هدایت آشکار آن در جهت تعدیل کردن روند اجرای نوآوریها، تسهیلات اجرای پروژههای شهر هوشمند، سهولت گرفتن مجوزهای قانونی مورد نیاز پروژهها از جمله فعالیتهایی است که دولت باید جهت رسیدن به شهر هوشمند در آن تلاش مستمر داشته باشد. بدیهی است وجود زیرساخت مناسب دولت الکترونیک یکی از ملزومات اصلی موفقیت ایجاد شهر هوشمند است.

\* استفاده از پلتفرمهای ثابت و یکپارچه

\* پیاده سازی مرحله به مرحله

\* مشارکت

\* اطلاع رسانی شهروندی

### روش تحقیق

تحقیق حاضر بر اساس هدف، از نوع تحقیقات بنیادی است و از لحاظ ماهیت اطلاعات گردآوری شده توصیفی-تحلیلی از نوع موردی است. جهت تبیین مدل ساختاری شهر هوشمند در ابتدا به توصیف و تبیین مشابهتها، تفاوتها شرایط و پیامدهای استراتژیهای هوشمندسازی بکار رفته در دو شهر هوشمند بارسلونا و آمستردام پرداخته می‌شود و به تصویرسازی آنچه هست و تبیین دلایل چگونه بودن و دستاوردهای هوشمندسازی و ابعاد آن می‌پردازد. این دو شهر از جنبه‌های مختلف شباهت‌های زیادی با هم و با پتانسیلها و اهداف شهر شیراز دارند و از همه مهم‌تر این که هر کدام جهت ایجاد و توسعه شهر هوشمند استراتژیهای خاص خود را دنبال نموده است که به موفقیت منجر شده است. هر دو شهر دارای بناهای تاریخی و پتانسیل رشد گردشگری هستند که با نیازمندیهای شهر شیراز همسویی دارد. هر دو شهر بخصوص شهر آمستردام تلاش زیادی در خصوص ایجاد هوای پاک و حفظ محیط زیست دارد که جزع اهداف اصلی در مدیریت شهر شیراز است.

برای تعیین مدل ساختاری هوشمندسازی شهر شیراز در حوزه عملکردی شهرداری شیراز بررسی وضع موجود شهر شیراز از جنبه حوزه متولی، برنامه‌های هوشمندسازی انجام شده و نتایج حاصل شده از گام‌های ابتدایی مورد

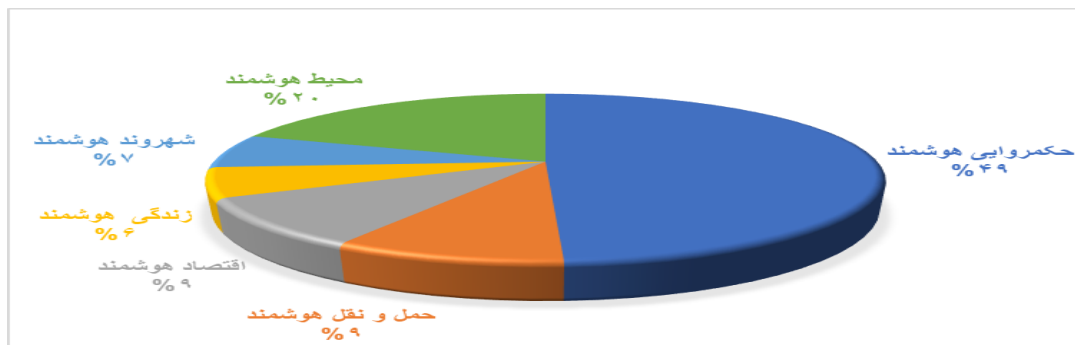
<sup>1</sup> Bibri and Krogstie

نیاز است. با توجه به نتایج حاصل شده و انتقال دانش بدست آمده در مطالعات تطبیقی به شناسایی رویکردی ترکیبی از تجربیات دو شهر آمستردام و بارسلونا جهت بازنگری لایه‌های هوشمندسازی شهر شیراز با در نظر گرفتن نیازها و پتانسیل‌های آن گام بعدی قرار دارد.

### تحلیل وضع موجود شهرداری شیراز

بزرگترین حوزه متولی هوشمندسازی در سطح شهر شیراز شهرداری شیراز است. شهرداری شیراز شامل سه قسمت اصلی معاونت‌ها، مناطق و مدیریت‌ها است. معاونت‌ها شامل معاونت فنی و عمرانی، معاونت برنامه ریزی و توسعه سرمایه‌های انسانی، معاونت حمل و نقل و ترافیک، معاونت خدمات شهری، معاونت شهرسازی و معماری، معاونت فرهنگی، اجتماعی و ورزشی و معاونت اداری و مالی است. شیراز دارای ۱۱ منطقه شهری است که هر کدام توسط یک نهاد شهرداری محلی مدیریت می‌شود.

در این طرح اجزای شهر هوشمند پیشنهادی شرکت آی بی ام، هیتاچی، اوراکل و پلتفرم شهر هوشمند پیشنهادی مایکروسافت مورد بررسی قرار گرفت و یک مدل بومی سازی شده که از نظر ساختاری با مدل پیشنهادی شهر هوشمند آی بی ام شباهت بیشتری دارد مد نظر قرار گرفته است. در این ساختار برنامه اجرای پروژه‌های تعیین شده در مدت چهار سال و در شش بعد شهر هوشمند شامل حکمروایی، حمل و نقل، اقتصاد، محیط زیست زندگی و شهروند هوشمند به تفکیک حوزه‌های بهره برداری مختلف در شهرداری مشخص شده است.



شکل (۱): درصد در نظر گرفته شدن ابعاد هوشمندسازی در طرح جامع فناوری اطلاعات و ارتباطات

شهرداری شیراز

بیشتر تمرکز بر ابعاد حکمروایی و محیط هوشمند است. با گسترش نیازهای شهر به سمت شهر هوشمند و پتانسیل‌های خاص شهر شیراز ضرورت طراحی ساختار مدیریت شهری با دیدگاه هوشمندسازی شهر مشهود است. چالش‌های حمل و نقل و ترافیک، ایجاد درآمدهای پایدار شهری، مدیریت منابع و مصرف انرژی و مدیریت منسجم شهری از یک سو و پتانسیل‌هایی نظیر اماکن تاریخی و جاذبه‌های گردشگری و نیازهای موجود نظیر جلب مشارکت و تامین انتظارات شهروندان از سوی دیگر ضرورت نیاز به انجام مطالعات تطبیقی با دیگر شهرهای هوشمند با ویژگی‌های مشابه شهر شیراز و شناسایی راهکارهای موجود را چندین برابر نموده است. رشد و بلوغ یک شهر در زمینه هوشمندسازی نیاز به طی شدن مداوم چرخه هوشمندسازی و پایش مستمر آن است که در گام ابتدایی آن همسو شدن استراتژی مدیریت شهری با سیاست‌ها و اهداف هوشمندسازی شهر است.

## ویژگی های شهرهای هوشمند آمستردام و بارسلونا

بر اساس آمار موجود آمستردام شهری موفق در زمینه شهر هوشمند است که هدف پیشرفت در راه اندازی پایه های یک شهر پایدار و انعطاف پذیر با اقتصادی مدور را دنبال می نماید. اقتصاد مدور را میتوان در تقابل با اقتصاد خطی تعریف کرد. در اقتصاد متداول خطی تولید می کنیم، مصرف می کنیم و به دور می اندازیم. اما در اقتصاد مدور، ایده اصلی بازیافت محصول یا بخشی از آن و ورود مجدد آن به چرخه تولید است. یکی از بزرگترین اهداف در این شهر کاهش آلودگی CO<sub>2</sub> است که با جایگزینی منابع انرژی سالم با سوخت های فسیلی، کاهش ضایعات و استفاده مجدد از مواد به صورت موثر کلید رسیدن به این هدف است. برنامه ریزی اجرای طرح های مرتبط با هوشمند سازی شهر آمستردام در شش شاخص مختص شهر آمستردام دسته بندی شده است. شاخص های هوشمند سازی زیرساخت و تکنولوژی، انرژی، آب و ضایعات، حمل و نقل، شهری با اقتصاد مدور، حکمروایی، آموزش شهروند و محیط زیست است.

شهر هوشمند بارسلونا پایتخت و پرجمعیت ترین شهر بخش خودمختار کاتالونیا و پس از مادرید پرجمعیت ترین شهر اسپانیا و مهم ترین بندر این کشور است. جمعیت شهر بارسلون ۱/۶۲۱/۵۳۷ در منطقه ای به وسعت ۱۰۱/۴ کیلومتر مربع و منطقه شهری بارسلون بدون احتساب حومه در منطقه ای به وسعت ۸۰۳ کیلومتر مربع بیش از ۴/۲۰۰/۰۰۰ نفر است. مجموعاً در حدود پنج میلیون نفر در ناحیه شهری بارسلونا زندگی می کنند. همچنین این شهر بخش اصلی شهرداری ها و شهرستان های هم جوار است که منطقه شهری بارسلونا را با جمعیت ۳/۲۱۸/۰۷۱ می سازند. بارسلون ششمین شهر پرجمعیت اتحادیه اروپا (سالنامه جمعیتی سازمان ملل<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴) و بزرگ ترین کلان شهر اروپا در کنار دریای مدیترانه است.

بارسلونا با تمرکز بر توسعه تکنولوژی و زیر ساخت فن آوری شهر هوشمند و توسعه اقتصادی تا کنون موجب دستاورد های گسترده ای در زمینه حمل و نقل، آبیاری، روشنایی و مدیریت پسماند شده است. استراتژی دیجیتال شهر بارسلونا برای چند سال آینده به شدت به سمت پایداری اجتماعی و مشارکت شهروندان در مقایسه با رویکرد ایجاد تکنولوژی که در ابتدا صورت گرفته بود متمرکز شده است. برنامه ریزی اجرای طرح های مرتبط با هوشمند سازی شهر بارسلونا در سه شاخص مختص شهر بارسلونا دسته بندی شده است (کمیسون نوآوری های اروپا<sup>۲</sup>، ۲۰۱۶: ۱۴).

## مقایسه در زمینه تصمیمات استراتژیک مدیریت شهر هوشمند

بر اساس دو دسته اول در تصمیمات استراتژیک یعنی استراتژی های ملی و محلی هر دو شهر استراتژی یکسانی را دنبال نموده اند هر دو یک تمرکز محلی برای ایجاد ساختار مناسب دیجیتالی شهر و برنامه هایی مدون در جهت تعریف نیازمندی ها و اولویت های شهر را دنبال نموده اند. هر دو شهر در راستای پایلوت سازی پروژه های کلان شهر هوشمند در دو مرحله پایلوت در منطقه محدود شهری و سپس گسترش آن به کل شهر سیاست یکسانی را دنبال نموده اند. در هر دو شهر شناسایی و استفاده از منابع موجود و سپس گسترش زیرساخت های هوشمند مرتبط با آنها به وضوح قابل مشاهده است، به عنوان نمونه پروژه مدیریت بهینه سازی آب، هوای سالم

<sup>1</sup> United Nations Demographic Yearbook

<sup>2</sup> The European Capital of Innovation Award

و انرژی مصرفی خیابان‌ها در آمستردام که شامل پیاده‌سازی چندین تکنولوژی مدیریت بهینه و هوشمند مصرف و ذخیره انرژی در خیابان‌ها مانند اندازه‌گیری هوشمند مصرف، نمایش و مانیتورینگ منابع انرژی و سیستم روشنایی هوشمند می‌شود را می‌توان نام برد. در بارسلونا محله پوبلنوا به عنوان یک پایلوت محلی برای ایجاد زندگی شهری هوشمند در نظر گرفته شده است (کاپدیویلا و زارلنگا<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵: ۲۸۰). که بیشتر پروژه‌های پایلوت هوشمند سازی ابتدا در مقیاس کوچک در این منطقه اجرا می‌شود و سپس در صورت بازخورد مناسب در محدوده‌های بزرگتر شهری توسعه داده می‌شود. از دیگر پروژه‌های محلی شهر بارسلونا می‌توان گسترش زیرساخت فیبر نوری شهر که به عنوان زیرساختی برای پیاده‌سازی پروژه‌های بزرگی نظیر آبیاری هوشمند، مدیریت بهینه مصرف انرژی و حمل و نقل بکار گرفته شده است.

سومین دسته استراتژی که مورد بررسی قرار گرفته است، تفاوت بین ارتباطات زیرساخت‌های سخت افزاری و نرم افزاری این دو شهر است. استراتژی شهر بارسلونا تا کنون در این زمینه بر اساس گسترش زیرساخت سخت افزاری استوار بوده است. به عنوان مثال طراحی مجدد زیرساخت فیزیکی سیستم حمل و نقل، استفاده از سیستم‌های روشنایی هوشمند، سیستم‌های هشدار دهنده و سنسورهای هوشمند، آبیاری و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی هوشمند را می‌توان نام برد. با توجه به ساختار مشاهده شده گسترش زیرساخت‌های نرم افزاری تا حدودی با زیرساخت‌های سخت افزاری ارائه شده، ناهماهنگ بوده است. در مقایسه با بارسلونا در آمستردام یک دیدگاه متعادل در گسترش زیرساخت‌های سخت افزاری و نرم افزاری دنبال شده است. در آمستردام یک پلتفرم ایجاد آمستردام هوشمند با مشارکت عمومی و خصوصی اجرایی شده است. علاوه بر این شهر با همکاری خالصانه احزاب مختلف شهری و بیشتر از همه شهروندان آن همراه است، در این راستا موسسه آمستردام با هدف شناسایی راه‌های پیشرفته چالش‌های شهر هوشمند آمستردام تاسیس شده است. چهارمین دسته استراتژی مورد بررسی دسته بندی مناطق جغرافیایی خاص با نیازهای متفاوت در سطح شهر است (همان).

در این مورد هر دو شهر همانند هم هستند به گونه‌ای که در هر دو شهر بارسلونا و آمستردام قسمت‌های خاص اقتصادی را با توجه به جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی زندگی روزمره شهروندان نظیر کسب و کار، مسکن، آموزش در نظر گرفته و زیرساخت‌های مورد نیاز آن را فراهم نموده‌اند. وجود مراکز تاریخی متعدد در سطح شهر با زیرساخت‌های متناسب جهت ارائه خدمات گردشگری در آن مناطق از دیگر نتایج این دسته تصمیم‌گیری‌های استراتژیک بوده است.

#### مقایسه در زمینه چهارچوب‌های هوشمند

بر اساس تحقیق‌های کیفی و تحلیلی گسترده در سه کلان‌شهر بزرگ مونترال، لندن و استکهلم یک چهارچوب هوشمند برای نشان دادن روش طراحی چهارچوب شهر هوشمند مورد بررسی قرار گرفته است (لتیفا، ۲۰۱۵: ۱۴۱۵). هوشمندی در این چهارچوب نشان‌دهنده استراتژی چند رشته‌ای، دسته‌بندی شده نقشه راه فناوری اطلاعات است که مراحل و فازهایی که شهر برای رسیدن به ساختار یک شهر هوشمند را دارد را نشان می‌دهد.

• "فاز استراتژی" به طراحی و ایجاد چشم‌انداز مشترک شهری کمک می‌کند، که نیازمند رهبری قوی و درک کامل از جامعه و نیازهای شهری می‌باشد.

<sup>۱</sup> Capdevila & Zarlenga

- "فاز چند رشته ای" مرحله بعد است که در این فاز یکپارچه سازی منابع در زمینه های مختلف با ذینفعان مختلف در راستای جلب حمایت همه آنها در روند ایجاد شهر هوشمند انجام می پذیرد.
- "فاز تخصیص" مرحله بعد از فاز چند رشته ای فاز تخصیص است که با هدف دستیابی به پذیرش اجتماعی پروژه جهت تضمین موفقیت آن می باشد.
- "پیاده سازی نقشه راه" در این مرحله نقشه راه که شامل فرآیند و گردش کار و اولویت ها، جهت چگونگی تبدیل شهر به شهری هوشمند تهیه می شود.
- "فاز ایجاد فناوری" در مرحله آخر اجرای نقشه راه شهر هوشمند، نیازمند ایجاد زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات مناسب می باشد.



شکل (۲): چارچوب شهر هوشمند (لتیفا، ۲۰۱۵: ۱۴۱۵).

در اینجا مقایسه دو شهر هوشمند بارسلونا و آمستردام در لایه ماکرو مد نظر است. لایه ماکرو شامل فاز های تعیین استراتژی و چند رشته ای می باشد بر اساس تعریفی که از این لایه ارائه شده شهر آمستردام به صورت مشخص بر اساس اهداف پایداری اقتصادی مبتنی بر سیاست های اروپا که توسط کمیسیون اروپاییان ایجاد شده و سیاست های ملی هلند قدم بر می دارد. این اهداف به صورت متوالی توسط هیات مدیره امور اقتصادی آمستردام به اهداف کلان شهر تبدیل خواهد شد (کاپدیویلا و زارلنگا، ۲۰۱۵: ۲۸۱). این اهداف موجب ایجاد نقشه راه شهر هوشمند آمستردام می شود که در آن طرح های هوشمند در قالب چارچوب شهر هوشمند آمستردام از پیشنهاد های اولیه تا پروژه های در حال اجرا را شامل خواهد بود. در حال حاضر در چارچوب شهر هوشمند آمستردام ۱۳۰ شریک رسمی و بیش از ۱۰۰ پروژه انجام شده وجود دارد. در تیم شهر هوشمند آمستردام پروژه ها از نقطه نظر پتانسیل اجرا طرح در حجم وسیع شهر مورد ارزیابی قرار می گیرد در صورتی که پروژه ها دارای این ویژگی باشند، طرح توسعه پروژه مد نظر گرفته خواهد شد. با وجود چنین تیمی دولت به صورت مستقیم به ایجاد نوآوری یا اجرای طرحی در این زمینه نمی پردازد بلکه نقش های متفاوتی نظیر تسهیل کننده روند اجرای پروژه ها، تامین کننده یا مشتری در پروژه ها را ایفا می کند. یکی از چالش های دولت در شهر های هوشمندی مانند آمستردام نیاز به برنامه ریزی دقیق و مستمر در زمینه تغییر فرهنگ شهر می باشد. در مقایسه شهر بارسلونا دیدگاه متفاوتی را از سال ۲۰۱۱ در نظر گرفته است. بر این اساس، یک استراتژیک ثابت برای شهر تعریف شده است. قسمتی از این استراتژی ایجاد یک بخش تصمیم گیری کلان در دولت است که تمامی واحد های تصمیم گیرنده در زمینه برنامه ریزی، زیرساخت ها، مسکن و شهرسازی، سرویس های شهری و محیط زیست را مجتمع می کند. برنامه ریزی شهر هوشمند در چارچوب برنامه های استراتژیک شهری قرار دارد که با سیاست های هماهنگ

<sup>1</sup> Capdevila & Zarlenga



شده منطقه ای و اروپا هم سو است. فرآیند ها و روش پیاده سازی پروژه ها با ارائه فرآیند اجرایی دقیق، تعریف نیازمندی های اولیه اجرای پروژه، اهداف، دامنه و الزامات عملکردی و ساخت یافته پروژه می باشد. تایید نهایی این پروژه ها بوسیله سیاست های دولتی و نظر مستقیم دولت انجام می پذیرد (ویندن<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶). در نهایت در مقایسه با رویکرد شهر آمستردام در این زمینه، استراتژی شهر بارسلونا یک روند و فرآیند مستمر بررسی و تغییر به جای، مراحل بسته از پیش تعریف شده، مخصوصا در مرحله توسعه و اجرا است.

#### مقایسه در زمینه مدل مرجع شهر هوشمند

مدل مرجع شهر هوشمند مدلی به منظور ایجاد یک چارچوب جامع که شامل مفاهیم، سیاست ها و فرآیندهای مربوط به برنامه ریزی شهر هوشمند است. این مدل شامل هفت لایه است که هر کدام جنبه های مهمی از استراتژی شهر هوشمند و ارتباطات آن را برجسته می کند. مهم است که توجه داشته باشیم که این مدل می تواند به صورت جداگانه و به طور مستقل به یک شهر اعمال شود، زیرا هر لایه می تواند به ویژگی های محلی و اولویت های شهر متصل شود و به صورت جداگانه پیاده سازی گردد. بر اساس تحقیق های صورت گرفته، هفت لایه مدل مرجع در جدول (۱) به طور خلاصه تعریف شده است (ژیگاریس<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲: ۲۲۰).

#### • لایه ۰: لایه شهری

شهر آمستردام به داشتن زیرساخت های تاریخی شناخته می شود. به عنوان مثال، شبکه برق آمستردام به دوره زمانی بر می گردد که طی آن شهر دارای اداره برق و ابزار تلفن خود است. شبکه Tis هنوز هم برای روشن کردن چراغ های خیابانی استفاده می شود. از آنجا که این سیستم آنالوگ است، اجرای طرح های روشنایی هوشمند نیاز به سرمایه گذاری های بزرگی برای استفاده از اتصالات آی پی دارد. علاوه بر این، برق در دهه ۱۹۹۰ خصوصی سازی شده است و هر تغییری در سیستم برق نیازمند مذاکره با شرکت های مدیریت چراغ خیابان است.

جدول (۱): لایه های مدل مرجع شهر هوشمند (ژیگاریس، ۲۰۱۲: ۲۲۰).

عنوان	شرح عملکرد لایه
لایه شهر	زیرساخت های شهری، فرآیند و سامانه های مرتبط با مدیریت شهری به گونه ای که بتوان چشم انداز شهر را تعریف کرد.
لایه سبز شهری	اهداف و چشم انداز و فاکتورهای محیط زیستی مورد نیاز راه حل های هوشمند ارائه شده در پروژه های شهر هوشمند در این لایه متمرکز شده است.
لایه ارتباطات داخلی	نوآوری های ارتباطی که موجب افزایش حجم زیرساخت گسترش اینترنت و توانایی ارتباط بین ارگان ها، مناطق و تجهیزات هوشمند می باشد.
لایه ابزار دقیق	لایه سخت افزاری شهر و ایجاد زیرساخت های مناسب ارتباطات Real-Time مانند سنسورهای مختلف که داده های Real-Time را ایجاد می نمایند.
لایه	تهیه و آماده سازی منابع ذخیره سازی اطلاعات توسعه یافته برای تمامی سیستم های

<sup>1</sup> Winden

<sup>2</sup> Zygiaris

یکپارچه سازی باز	پیاده سازی شده با تکنولوژی های متفاوت
لایه برنامه های کاربردی	ترکیب لایه های متفاوت و ایجاد لایه هوشمندی و بهینه سازی جهت استفاده از داده های سری زمانی ایجاد شده از سامانه ها و ابزار هوشمند ثبت داده ها در سطح شهر هوشمند
لایه نو آوری	ایجاد جایگاهی در شهر که موجب ایجاد نوآوری خلاق برای ایجاد کسب و کار جدید در زمینه های شبکه های اجتماعی مرتبط و گروه ها

رویکرد برنامه ریزی یکپارچه در راستای ترکیب برنامه های مختلف زمینه ای (مانند برنامه حفاظت از میراث صنعتی) به یک رویکرد جامع از نوسازی شهر تبدیل شده است. علاوه بر این، منطقه Eixample که به عنوان یک منطقه با معماری مقرون به صرفه و با کیفیت بالا محسوب می شود، ایجاد شده است که در عین حال امکان دسترسی آسان به زیرساخت های زیربنایی در آن در نظر گرفته شده است (همان).

• لایه ۱: لایه سبز شهری

پس از تمرکز خاصی که بر روی داده های باز در آمستردام به صورت مشهود، قابل مشاهده است، دیگر زمینه اصلی مورد توجه در این دسته مربوط به پایداری محیطی است. استراتژی شهر به شدت توسط چندین اهداف مرتبط با افزایش بهره وری انرژی، کاهش انتشار CO<sub>2</sub> و ایجاد یک شیوه پایداری برای زندگی در شهر استوار است (همان). این اهداف در برنامه پایدار آمستردام مورد توافق قرار گرفته است. نمونه هایی از این برنامه ها استفاده از انرژی های تجدید پذیر منابع، پانل های خورشیدی و توربین های بادی است.

بارسلونا از طریق اجرای چندین تکنولوژی هوشمند در مقیاس وسیع، انرژی، پسماندها و صرفه جویی آب را به میزان قابل توجهی کاهش داده است، همانطور که در لایه سوم چارچوب بحث شده است. افزایش میزان آلودگی هوا و سر و صدا در شهر، عمدتاً به دلیل ترافیک حاصل از سفرهای شهری است. بنابراین جهت حل کردن این چالش برنامه های جدید در زمینه حمل و نقل و ترافیک در بارسلونا ارائه شده است که ۵۸ اقدام را جهت مدیریت این چالش تا سال ۲۰۱۷ در دستور کار مدیران شهری قرار داده است. این اقدامات شبیه به آمستردام است و شامل ایجاد مناطق با انتشار کم آلاینده ها، محدودیت در وسایل نقلیه آلوده، ارتقاء حمل و نقل عمومی و آرامش بخشیدن به ترافیک و همچنین توسعه به اصطلاح superblocs و سه برابر مقدار خطوط دوچرخه است. استراتژی جدید شهر دیجیتال بارسلونا نیز، "بارسلونا به عنوان یک شهر مدور پایداری" را مد نظر قرار داده است. لازم به ذکر است که، این استراتژی در مقایسه با آمستردام به سمت ثبات اجتماعی (مانند کاهش تقسیم دیجیتال) بیشتر سوق دارد، که به نوبه خود موجب پایداری محیطی (مانند کاهش انتشار CO<sub>2</sub>) است.

• لایه ۲: لایه ارتباطات داخلی

پروژه های نوآورانه بارسلونا توسط یک زیرساخت فیزیکی قوی اینترنتی پشتیبانی می شود. که زیرساخت آن شامل ۵۰۰ کیلومتر فیبر نوری در سطح شهر می باشد. را اندازی زیرساخت شبکه فیبر نوری حدود ۳۰ سال پیش آغاز شد، زمانی که شهر از طریق فن آوری اولیه (فیبرهای اولیه) دو ساختمان شهرداری را به هم متصل می کرد و اکنون پوشش ۹۰ درصد ارتباطات پهن باند فیبر به خانه (FTTH) را ارائه می دهد. این نوع ارتباطات، معرف

ارتباطات کابل فیبر نوری برای امکان به صورت اختصاصی می باشد. این گونه سیستم ها که بر اساس نور هستند، توان انتقال انبوهی از اطلاعات به شکل کارآمدتری را در مقایسه با شیوه سنتی کابل های مسی با قیمتی تقریباً مساوی دارا هستند(داده های هوشمند راهبردهای شهری<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶).

• لایه ۳: لایه ابزار دقیق

بارسلونا از طریق شبکه فیبرهای نوری شهر، به طور خاص توانسته است سیستم های فردی اینترنت اشیا را در سراسر خدمات شهری از طریق اجرای گسترده سنسورها، اعمال و سایر فن آوری ها، بسازد. مثالهای موجود در مدیریت زباله (سطل زباله های هوشمند که سطوح ضایعات را نظارت می کنند و مسیرهای جمع آوری را بهینه سازی می کنند، همراه با امکان شناسایی مواد خطرناک)، آبیاری آب (سنجش از راه دور و کنترل آبیاری آب در پارک ها، اجازه می دهد تنظیم میزان آبیاری در مناطق خاص پارک انجام شود) و روشنایی هوشمند هستند(همان). آمستردام به نوبه خود بر فن آوری های نوآورانه برای نظارت بر مصرف انرژی و تولید انرژی تجدید پذیر تمرکز دارد(انجلیدو، ۲۰۱۶: ۲۰). به عنوان یک پیشرو جهانی در زمینه تشویق به جایگزینی سفرهای ماشینی با زیرساخت های وسیله نقلیه الکتریکی، راه حل های نوآورانه در تحرک هوشمند ایجاد کرده است. در اواخر سال ۲۰۱۵، از داده های مکانی (GPS) موجود در نرم افزار ناوبری مبتنی بر آمستردام استفاده می شود و به کمک آن مدیریت جریان ترافیک در زمان واقعی ایجاد می شود(فیتزرالدا، ۲۰۱۶).

پروژه ایجاد روشنایی هوشمند در چندین منطقه آمستردام اجرا شده است که البته از نظر محدوده اجرا کمتر از شهر بارسلونا است. استفاده از دوچرخه به عنوان روش معمول حمل و نقل، در شهر یکی از بارزترین ویژگی های شهر آمستردام است. در آمستردام تکنولوژی هایی نظیر پانل های خورشیدی و روشنایی هوشمند در خطوط دوچرخه سواری بر اساس تغییر آب و هوا استفاده می شود.

• لایه ۴: لایه یکپارچه سازی باز

هر دو شهر پلتفرم های مختلفی با هدف دسترسی به داده های باز و توزیع شده را فراهم می کنند، این پلتفرم به کاربران امکان می دهد که از داده های توزیع شده برای برنامه های کاربردی دیگر مانند برنامه های کاربردی موبایل استفاده کنند. در بارسلونا به عنوان مثال دو پلتفرم "OpenDataBCN" و "Transparencia" ایجاد شده است. اولین پلتفرم دسترسی به مجموعه ای بزرگ از داده ها در زمینه های مختلف مانند جمعیت، اقتصاد و کسب و کار، محیط شهری و غیره را فراهم می کند. دومین پلتفرم ایجاد شده برای ارائه شفافیت در تمام پروژه های در حال انجام در شورای شهر بارسلونا است. این ساختار موجب ایجاد بستری شده است که بازدیدکنندگان آن امکان دسترسی به اطلاعات و مدارک مربوط به انواع موضوعات مرتبط به دولت (مقررات، برنامه ها، به روز رسانی ها و غیره) را ارائه می دهد. در آمستردام همچنین یک پلتفرم اختصاص داده شده به داده های باز وجود دارد که دسترسی به داده های جمع آوری شده توسط دولت و همچنین سایر سازمان های مختلف مانند شرکت های تجاری، انجمن ها و نهادهای عمومی را فراهم می کند(مورا و بورسی، ۲۰۱۶).

<sup>1</sup> Data-Smart City Solutions

<sup>2</sup> Fitzgerald

<sup>3</sup> Mora & Bolici

به منظور دریافت درک صحیحی از شهر هوشمند، شناسایی المان های تشکیل دهنده آن امری ضروری است. با بررسی یک شهر می توان طیف وسیعی از ویژگی ها را یافت که باید در مورد قرار دادن آنها در لیست المان های شهر هوشمند تصمیم گیری کرد. محورهای (شاخص های) شهر هوشمند عبارتند از:

- حکمروایی هوشمند
- اقتصاد هوشمند
- حمل و نقل (پویایی) هوشمند
- شهروند هوشمند
- محیط هوشمند
- زندگی هوشمند

هر شهر با توجه به نیازها و بودجه های شهری ممکن است طرح هوشمندسازی خود را در یک یا چند فاکتور از فاکتورهای پیش بینی شده متمرکز کند. به عنوان مثال یک شهر ممکن است با مسئله آب شروع کند و سپس به انرژی بپردازد. شهری دیگر ممکن است از سیستم ترافیک شروع کند و سپس به امنیت عمومی بپردازد. آنچه که حائز اهمیت است این است که هوشمند سازی در هر شهری چرخه ای است که به طور مداوم باید تکرار شود. لزوماً نباید همه ی حوزه ها را با هم در دستور کار قرار داد، باید نیازسنجی کرد و با مد نظر قرار دادن آنها در زمینه شروع فعالیت در حوزه های مختلف تصمیم گیری کرد. در این راستا ابتدا بررسی وضع موجود شهر شیراز انجام شده است و سپس برنامه استراتژیک مناسب شهر شیراز با توجه به مطالعات تطبیقی انجام شده، تدوین شده است.

چشم انداز، اهداف و راهبردهای دراز مدت در شیراز نیازمند فراهم سازی بستر فناوری اطلاعات و ارتباطات مناسب در، مدیریت یکپارچه شهری، در عین استقلال سازمان های موثر در خدمات رسانی به شهروندان و تحقق مشارکت و کسب رضایت مندی حداکثری شهروندان است. مهمترین چشم اندازهای شهر شیراز عبارتند از:

- شیراز شهر مذهبی و پایتخت فرهنگی ایران اسلامی با برخورداری از بیش از ۶۰۰ شاعر،

عارف و ادیب

- شیراز مرکز گردشگری، سیاحتی و تاریخی برتر در سطح ملی و جهانی با تاریخ چند هزار

ساله

- شیراز شهر سبز که لزوم نگهداری باغ های آن به عنوان یک هدف کلی در کلیه برنامه های

شهری دیده می شود.

- شیراز شهر پاک و شهر پیاده

- شیراز شهر فناوری اطلاعات و ارتباطات با وجود مراکز علمی با سابقه درخشان در سطح

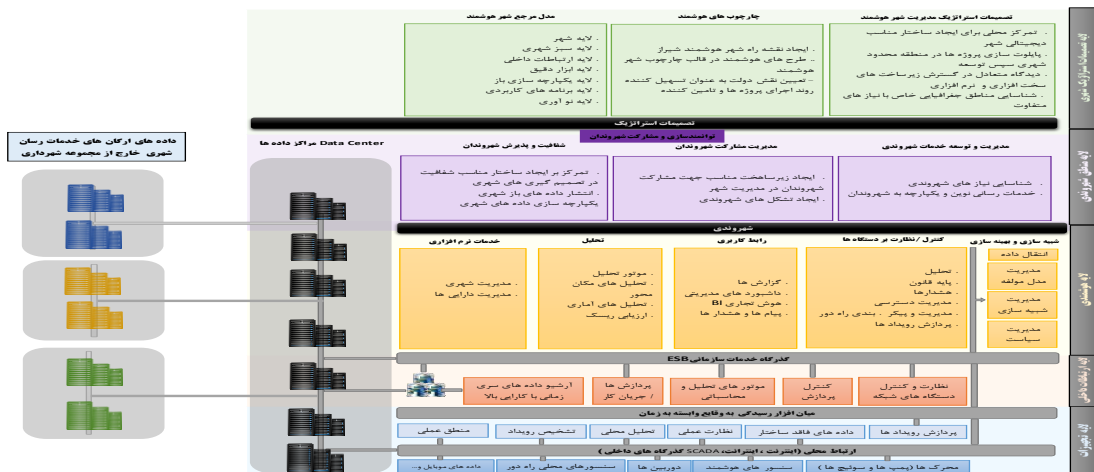
کشور است.

- شیراز شهر روان

با توجه به مطالعات تطبیقی انجام شده در دو شهر آمستردام و بارسلونا در چهار حوزه تصمیمات استراتژیک مدیریت شهر هوشمند، چهارچوب های هوشمند، مدل مرجع شهر هوشمند و توانمندسازی و مشارکت شهروندان نقشه راه کلی توسعه شهر هوشمند در شیراز در شکل (۶) نشان داده شده است. در ابتدا لایه تصمیمات

استراتژیک شهری قرار دارد که با هدف ایجاد تمرکز محلی یا مدیریت واحد شهری جهت ایجاد زیرساخت های مناسب دیجیتالی و یکپارچه در شهر شیراز دارد. در این راستا شناسایی اولویت های و نیاز شهری و اجرای دو مرحله ای آزمایشی و گسترشی در پیاده سازی همانند شهر بارسلونا مطلوب است. در زمینه گسترش زیر ساخت های نرم افزاری و سخت افزاری با توجه به هزینه های بالای چنین زیر ساخت هایی و عدم وجود منابع کافی استفاده از سرمایه گذارهای داخلی و خارجی به همراه مشارکت های عمومی و خصوصی و جلب همکاری شهروندان امری ضروری است.

شکل (۳): نقشه راه لایه های هوشمندسازی شهر هوشمند شیراز



در زمینه چارچوب های هوشمند در فاز ماکرو نیاز است نقش دولت به صورت تسهیل کننده با بیشترین تمرکز بر روی ایجاد زیرساخت های مناسب جهت همکاری تمامی ارگان های خدمات رسان شهری و کشوری با زیر ساخت مناسب دولت الکترونیک ایجاد شود. با توجه به ساختار موجود در شهرداری شیراز و اهمیت هفت لایه مدل مرجع شهر هوشمند پیاده سازی جداگانه و مستقل لایه ها با در نظر گرفتن اولویت های نیازمندیهای چشم انداز شهر شیراز نظیر نیاز به ایجاد لایه ارتباطات داخلی، لایه ابزار دقیق و لایه یکپارچه سازی باز ساختار اجرایی مناسبی است. در زمینه توانمندی و مشارکت شهروندان با توجه به این که شهروندان در ابتدا در شهرداری به عنوان مشتریان خدمات شهری و اصلی ترین ذینفع شهر هوشمند با بیشترین نقش مورد توجه قرار گرفته اند، رضایتمندی شهروندان درجه اهمیت زیادی، پیدا نموده و سعی به ارائه خدمات مناسب تر به ایشان می شود.

ایجاد بستر مشارکت هرچه بیشتر شهروندان در مدیریت شهری دیدگاه قالب امروزه است. در این راستا در نقش «مدیریت و توسعه خدمات شهروندی»، «مدیریت مشارکت شهروندان» و «شفاف سازی و پذیرش شهروندی» قرارداد شده است. با افزایش نقش شورای شهر به خوبی دیده می شود که این دیدگاه در سطح کلان مدیریت کشور نیز مورد پذیرش است. البته با توجه به قوانین کشور برای استقرار مدیریت واحد شهری از یک طرف و فرهنگ و ساختار سازمان های دولتی از طرف دیگر، تحقق (دستیابی) این هدف نیازمند ایجاد تغییراتی است. در واقع به جای مدیریت واحد شهری بایستی مدیریت یکپارچه شهری، در عین استقلال سازمان های موثر در خدمات به شهروندان شهر با مشارکت همه آنها اتفاق افتد. به عبارت دیگر شهرداری باید بتواند بستر لازم را

برای تحقق مشارکت تمامی سازمان ها و شهروندان در مدیریت یکپارچه شهری، فراهم سازد. مسلماً برترین ابزار برای تحقق این چشم انداز، فناوری اطلاعات بوده و به برترین شکل ضمن حفظ ماهیت شخصی ذی نفعان، می تواند آنها را در یک فرایند مدیریتی هماهنگ کند.

## نتیجه گیری

شهر شیراز با توجه به مطالعات تطبیقی صورت گرفته نیاز به ایجاد چارچوب چهار لایه ای تجهیزات، ارتباطات داخلی، هوشمندی و تصمیمات استراتژیک دارد. با توجه به این که ایجاد این زیرساخت ها بسیار هزینه بر است رویکرد اجرای عمودی شهر هوشمند با در نظر گرفتن حوزه های خاص تعیین شده در چشم انداز شهر شیراز نظیر زیرساخت های ارتباطی، حمل و نقل و ترافیک، گردشگری، جذب سرمایه گذارهای داخلی و خارجی و مدیریت هوشمند انرژی ساختاری مناسب است. از دیگر نیازهای شهر شیراز ایجاد زیرساخت مناسب مدیریت شهری با اولویت دهی به سیاست های منطق شهری در راستای هماهنگی و عدم موازی کاری بین دستگاه های خدمات رسان شهری و افزایش مشارکت سرمایه گذاران و احزاب شهری به همراه توسعه زیرساخت مناسب فناوری است. این الگو می تواند زیر ساخت ارتباطی مناسب جهت توسعه دولت الکترونیک در سطح کلان شهر های ایران باشد. از دیگر عوامل مهم در توسعه شهر هوشمند شیراز ایجاد ساختار مدیریت صحیح منابع انسانی در همه حوزه های خدمات رسان شهری و شهری است. به گونه ای که بتوان با ایجاد احزاب شهری امکان مشارکت، همکاری و استفاده پتانسیل زیاد شهروندان در مدیریت شهر استفاده نمود. در این راستا نقشه راه لایه های هوشمندسازی شهر هوشمند شیراز با پنج لایه تصمیمات استراتژیک شهری، لایه منطق شهری، لایه هوشمندسازی، لایه ارتباطات و لایه تجهیزات تعریف شده است.

- AEB (2015). Onze ambitie voor 2025 [Our ambition for 2015]. Retrieved from: <https://www.amsterdameconomicboard.com/nieuws/onze-ambitie-voor-2025>.
- Albino et al., 2015 ,V. Albino, U. Berardi, R.M. Dangelico Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives, *Journal of Urban Technology*, 22 (1) (2015), pp. 3-21.
- Barcelona Activa (2016). Who are we. Retrieved from: <http://www.barcelonactiva.cat/barcelonactiva/en/all-about-barcelona-activa/who-we-are/index.jsp>
- Bibri and Krogstie, 2017b, S.E. Bibri, J. Krogstie, Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review *Sustainable Cities and Society*, 31 (2017), pp. 183-212.
- Capdevila, I., & Zarlenga, M. I. (2015). Smart city or smart citizens? The Barcelona case. *Journal of Strategy and Management*, 8(3), 266–282. doi:10.1108/jsma-03-2015-0030.
- Caragliu et al., 2011, A. Caragliu, C. Del Bo, P. Nijkamp Smart cities in Europe, *Journal of urban technology*, 18 (2) (2011), pp. 65-82.
- Charnock, G., Purcell, T. F., & Ribera-Fumaz, R. (2013). City of Rents: The limits to the Barcelona model of urban competitiveness. *International Journal of Urban and Regional Research*, 38(1), 198-217. doi:10.1111/1468-2427.12103.
- Data-Smart City Solutions. (2016). How Smart City Barcelona Brought the Internet of Things to Life. Retrieved from: <http://datasmart.ash.harvard.edu/news/article/how-smart-city-barcelona-brought-the-internet-of-things-to-life-789>.
- European Commission (2016b). The European Capital of Innovation Award 2016 – more about the finalists!. Retrieved.
- Fitzgerald, M. (2016). Data-Driven City Management. A Close Look at Amsterdam's Smart City Initiative. *MIT Sloan Management Review* (May 2016, Reprint number 57470).
- Juntament de Barcelona (2016b). The fight against air pollution. Retrieved from: <http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/en/noticia/the-fight-against-air-pollution>.
- Mora, L. & Bolici, R. (2016). The development process of smart city strategies: the case of Barcelona. In Rajaniemi, J. (Ed.), *Re-city. Future city - combining disciplines*. (DATUTOP; Vol. 34). Tampere: Tampere University of Technology, School of Architecture. Retrieved from: <http://urn.fi/urn:isbn:978-952-15-3625-0>.
- Nederlandse Spoorwegen (2016). Zien waar jouw trein rijdt. [See where your train is riding]. Retrieved from: <http://nieuws.ns.nl/zien-waar-jouw-trein-rijdt>.
- United Nations (2014). *United Nations Demographic Yearbook 2014*. Table 8. New York: United Nations Statistics Division. Retrieved from: <http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/dyb/>.
- Zygiaris, S. (2012). Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(2), 217–231. doi:10.1007/s13132-012-0089-4.